

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-10256
(P2002-10256A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) Int.Cl.
H 0 4 N 7/30

識別記号

F I
H 0 4 N 7/133

テーマコード(参考)
5 C 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2000-192407 (P2000-192407)

(22) 出願日 平成12年6月27日 (2000.6.27)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 中屋 秀雄

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

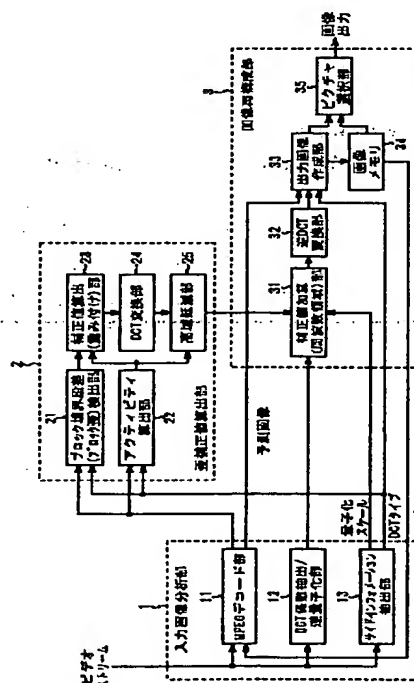
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 MPEGエンコードされた画像等に生じる歪みを、容易に低減して、高画質の復号画像を得る。

【解決手段】 ブロック境界段差検出部21は、注目ブロックの境界における画素値と、その注目ブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求め、補正值算出部23は、注目ブロックの差分情報に対して、その注目ブロックのアクティビティに基づく重みを付すことにより、補正值を得る。そして、補正值加算部31は、注目ブロックのDCT係数を、補正值によって補正する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を所定の大きさのブロックにブロック化し、各ブロックを直交変換して得られる直交変換係数を処理する画像処理装置であって、前記ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算手段と、前記差分情報に基づいて、前記直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記差分情報演算手段は、前記ブロックの直交変換係数を逆直交変換することにより得られる画素値を用いて、前記差分情報を求めることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記差分情報演算手段は、前記ブロックの直交変換係数を用いて、前記差分情報を求めることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記補正情報演算手段は、前記差分情報に対して、所定の重み付けを行うことにより、前記補正情報を求めることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項5】 前記ブロックのアクティビティを検出するアクティビティ検出手段をさらに備え、前記補正情報演算手段は、前記差分情報に対して、前記アクティビティに基づく重み付けを行うことにより、前記補正情報を求めることを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。

【請求項6】 前記補正情報を修正する修正手段をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項7】 前記修正手段は、前記補正情報の高周波数成分を低減することにより、前記補正情報を修正することを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。

【請求項8】 前記補正情報が、直交変換係数である場合において、前記修正手段は、前記補正情報である直交変換係数の高次のものを0とすることにより、前記補正情報を修正することを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。

【請求項9】 前記ブロックのアクティビティを検出するアクティビティ検出手段をさらに備え、前記修正手段は、前記アクティビティに基づいて、前記補正情報である直交変換係数のうち、0とするものを決定することを特徴とする請求項8に記載の画像処理装置。

【請求項10】 前記ブロックの直交変換係数が量子化されている場合において、前記修正手段は、前記ブロックの直交変換係数を量子化するとき用いられた量子化スケールに基づいて、前記補正情報である直交変換係数のうち、0とするものを決

定することを特徴とする請求項8に記載の画像処理装置。

【請求項11】 前記補正情報が、直交変換係数である場合において、前記修正手段は、前記補正情報である直交変換係数に対して、所定の重み付けを行うことにより、前記補正情報を修正することを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。

【請求項12】 前記修正手段は、前記補正情報である直交変換係数に対して、その直交変換係数の次数に基づく重み付けを行うことを特徴とする請求項11に記載の画像処理装置。

【請求項13】 前記ブロックの直交変換係数が量子化されている場合において、前記修正手段は、前記補正情報である直交変換係数に対して、前記ブロックの直交変換係数を量子化するとき用いられた量子化テーブルに基づく重み付けを行うことを特徴とする請求項11に記載の画像処理装置。

【請求項14】 前記ブロックの直交変換係数を、前記補正情報によって補正し、補正直交変換係数を出力する補正手段と、

前記補正直交変換係数を、画素値に変換する変換手段とをさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項15】 前記補正手段は、前記補正情報である直交変換係数を、前記ブロックの直交変換係数に対して加算または減算することにより、補正直交変換係数を得ることを特徴とする請求項14に記載の画像処理装置。

【請求項16】 前記ブロックの直交変換係数を逆直交変換し、その逆直交変換結果と、所定の参照画像を動き補償することにより得られる予測画像とを用いて、画像を復号する復号手段をさらに備えることを特徴とする請求項14に記載の画像処理装置。

【請求項17】 前記復号手段は、前記変換手段が出力する画素値で構成される画像を参照画像として動き補償を行うことにより、前記予測画像を得ることを特徴とする請求項16に記載の画像処理装置。

【請求項18】 画像を所定の大きさのブロックにブロック化し、各ブロックを直交変換して得られる直交変換係数を処理する画像処理方法であって、前記ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算ステップと、

前記差分情報に基づいて、前記直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算ステップとを備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項19】 画像を所定の大きさのブロックにブロック化し、各ブロックを直交変換して得られる直交変換係数を処理する画像処理を、コンピュータに行わせるプ

ログラムが記録されている記録媒体であって、前記ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算ステップと、

前記差分情報に基づいて、前記直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体に関し、特に、例えば、MPEG(Moving Picture Experts Group)符号化された画像に生じる歪みを、容易に低減することができるようにする画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、MPEG1や2等の規格に基づいてエンコード(MPEGエンコード)された画像データをMPEGデコードして得られる復号画像には、MPEGエンコードの際に、DCT(Discrete Cosine Transform)係数が量子化されることに起因して、ブロック歪み等の各種の歪みが発生する。

【0003】即ち、DCT係数を量子化すると、その一部が失われ、DCT処理を施す単位であるブロックのパターンが単純化し、隣接するブロックにおいて、画素値が大きく異なる値となることによる不連続な段差が現れるが、これは、ブロック歪みと呼ばれる。

【0004】ブロック歪みは、ブロック単位の画素をDCT処理して量子化するというMPEG方式のエンコードでは避けられないものであり、MPEGエンコードされたビデオストリームを、MPEGの規格に準拠してデコードする限り、少なからず発生する。なお、ブロック歪みは、平坦な画像において特に目立ち、また、圧縮率を高くすると(量子化ステップを大きくすると)、顕著に現れる。

【0005】そこで、例えば、再公表特許WO98/54892等には、MPEGデコードして得られる復号画像について、ブロックの境界の位置を判定し、その境界で発生している画素値の段差を検出して、その段差を、ブロック境界付近の画素値を操作することで低減する方法が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、MPEGエンコードでは、P(前方向予測符号化)ピクチャやB(両方向予測符号化)ピクチャについては、既にエンコードされてローカルデコードされた画像を参照画像として、その参照画像に動き補償を施すことにより得られる予測画像との差分(予測残差)がDCT処理されて量

子化される。従って、MPEGデコーダでも、PピクチャやBピクチャは、既にデコードされた画像を参照画像として、その参照画像に動き補償を施すことにより得られる予測画像と、その予測残差とが加算されることによりデコードされるが、上述の方法では、予測画像を得るときに行われる動き補償によって移動する参照画像のブロックの境界を、その参照画像について動き検出を行うことにより追跡する必要があり、面倒であった。

【0007】さらに、その動き検出においては、MPEGエンコーダで検出された動きベクトルと同一の動きベクトルを得る必要があるが、参照画像、即ち、MPEGデコーダでデコードされた画像を用いて動き検出を行っても、MPEGエンコーダで検出されたのと同一の動きベクトルを検出することができるとは限らず、この場合、参照画像に生じているブロック歪みが、その参照画像に動き補償を施すことにより得られる予測画像を用いてデコードされる画像に現れることとなる。

【0008】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、MPEGエンコードされた画像等に生じる歪みを、容易に低減し、これにより、高画質の復号画像を得ることができるようにするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の画像処理装置は、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算手段と、差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算手段とを備えることを特徴とする。

【0010】本発明の画像処理方法は、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算ステップと、差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算ステップとを備えることを特徴とする。

【0011】本発明の記録媒体は、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報を求める差分情報演算ステップと、差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報を求める補正情報演算ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0012】本発明の画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体においては、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報が求められ、その差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報が求められる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を適用した画像処理装置の一実施の形態の構成例を示している。

【0014】この画像処理装置は、入力画像分析部1、歪補正值算出部2、および画像再構成部3で構成され、例えば、MPEG1や2等の規格に準拠してエンコードされた画像データをデコードするようになっている。

【0015】入力画像分析部1は、MPEGデコード部11、DCT係数抽出/逆量子化部12、およびサイドインフォメーション(side information)抽出部13で構成されており、そこには、画像データをMPEGエンコードすることにより得られたビデオストリーム(以下、適宜、MPEGビデオストリームという)が入力されるようになっている。

【0016】MPEGデコード部11には、入力画像分析部1に入力されるMPEGビデオストリームの他、画像再構成部3の画像メモリ34に記憶された、歪みの低減された復号画像が、参照画像として供給されるようになっている。MPEGデコード部11は、そこに供給されるMPEGビデオストリームをMPEGデコードし、その結果得られる復号画像を、歪補正值算出部2のブロック境界段差検出部21およびアクティビティ算出部22に供給する。また、MPEGデコード部11は、I(インドラ符号化)ピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャのうちの、PピクチャとBピクチャの復号に用いられる予測画像(既に復号された画像を参照画像として、その参照画像に、動きベクトルにしたがって動き補償を施すことにより得られる画像)を、画像再構成部3の出力画像作成部33に供給する。

【0017】なお、MPEGデコード部11は、その内部で得られる復号画像ではなく、上述のようにして画像メモリ34から供給される、歪みの低減された復号画像を参照画像として用い、その参照画像に対して、MPEGビデオストリームに含まれる動きベクトルにしたがって動き補償を施すことにより、予測画像を得ようになっている。

【0018】従って、MPEGデコード部11における動き補償は、歪みの低減された復号画像を参照画像として用いて行われるため、参照画像に生じているブロック歪みが、その参照画像に動き補償を施すことにより得られる予測画像を用いてデコードされる画像に現れることを防止することができる。即ち、MPEGデコード部11において、そこでMPEGデコードされたIまたはPピクチャを参照画像として動き補償により予測画像を生成する場合には、その参照画像とするIまたはPピクチャにおいて生じているブロック歪みが、動き補償により移動する。さらに、その動き補償により得られる予測画像には、PまたはBピクチャの予測残差が加算されて、そのPまたはBピクチャが復号されるが、その復号されたPまたはBピクチャには、予測画像における歪みに加えて、予測残差における歪みも現れ、歪み自体の検出が

困難となる。これに対して、MPEGデコード部11は、上述のようにして画像メモリ34から供給される、歪みの低減された復号画像を参照画像として用い、その参照画像に対して、MPEGビデオストリームに含まれる動きベクトルにしたがって動き補償を施すので、上述のような歪み検出の問題は生じない。

【0019】DCT係数抽出/逆量子化部12には、入力画像分析部1に入力されるMPEGビデオストリームが供給されるようになっている。DCT係数抽出/逆量子化部12は、そこに供給されるMPEGビデオストリームから、量子化されたDCT係数を抽出して逆量子化し、その結果得られる8×8画素のブロックごとのDCT係数を、画像再構成部3の補正值加算部31に供給する。

【0020】サイドインフォメーション抽出部13には、入力画像分析部1に入力されるMPEGビデオストリームが供給されるようになっている。サイドインフォメーション抽出部13は、そこに供給されるMPEGビデオストリームに含まれる、例えば、量子化スケールや量子化テーブル、DCTタイプ等のサイドインフォメーションを抽出し、歪補正值算出部2および画像再構成部3に供給する。即ち、例えば、量子化スケールは、画像再構成部3の補正值加算部31に供給され、DCTタイプは、歪補正值算出部2のブロック境界段差検出部21およびアクティビティ算出部22、並びに画像再構成部3の補正值加算部31に供給される。

【0021】歪補正值算出部2は、ブロック境界段差検出部21、アクティビティ算出部22、補正值算出部23、DCT変換部24、および高域低減部25から構成され、入力画像分析部1のDCT係数抽出/逆量子化部12が出力する、逆量子化されたDCT係数の補正に用いる補正值を算出する。

【0022】即ち、ブロック境界段差検出部21は、MPEGデコード部11からのブロック単位の復号画像について、各ブロックを順次、注目ブロックとし、注目ブロックの境界を構成する画素値と、その注目ブロックに隣接するブロックの境界を構成する画素値との差分を、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照することで演算し、注目ブロックの境界の差分情報として、補正值算出部23に供給する。

【0023】アクティビティ算出部22は、MPEGデコード部11からのブロック単位の復号画像について、注目ブロックのアクティビティを演算するとともに、その注目ブロックに隣接するブロックのアクティビティを、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照することで演算し、補正值算出部23および高域低減部25に供給する。

【0024】補正值算出部23は、ブロック境界段差検出部21からのブロックの境界の差分情報に対して、アクティビティ算出部22からのアクティビティに基づく

重み付けを行い、その重み付け結果を、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力する、逆量子化されたDCT係数の補正に用いる補正值として、DCT変換部24に供給する。

【0025】DCT変換部24は、補正值算出部23からの補正值にDCT処理を施し、高域低減部25に供給する。即ち、図1において、補正值算出部23が出力する補正值は、空間領域の値（画素値の差分）となっているので、DCT変換部24は、その空間領域の補正值をDCT処理することで、周波数領域の補正值としてのDCT係数に変換し、高域低減部25に供給する。

【0026】高域低減部25は、DCT変換部24からの補正值としてのDCT係数を、アクティビティ算出部22からのアクティビティに基づいて修正し、その修正後の補正值を、画像再構成部3の補正值加算部3.1に供給する。

【0027】画像再構成部3は、補正值加算部3.1、逆DCT変換部32、出力画像作成部33、画像メモリ34、およびピクチャ選択部35で構成され、入力画像分析部1のDCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロック単位のDCT係数に対して、歪補正值算出部2が出力する補正值に基づく補正を施し、その補正後のDCT係数を用いて、画像を復号する。

【0028】即ち、補正值加算部3.1は、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数と、高域低減部25が出力する補正值としてのDCT係数とを加算（減算）し、これにより、ブロックのDCT係数を補正して、逆DCT変換部32に供給する。

【0029】逆DCT変換部32は、補正值加算部3.1が出力するブロックの、補正されたDCT係数を逆DCT処理し、画素値のブロックを復号して、出力画像作成部33に供給する。

【0030】出力画像作成部33は、必要に応じて、逆DCT変換部32からの画素値のブロックに対して、MPEGデコード部11が出力する予測画像を、サイドインフォメーション部1.3が出力するDCTタイプを参照することで加算することにより、復号画像のブロックを得る。さらに、出力画像作成部33は、その復号画像のブロックを、ピクチャ選択部35に供給するとともに、必要に応じて、画像メモリ34に供給する。

【0031】画像メモリ34は、出力画像作成部33が出力する復号画像のうち、PまたはBピクチャの予測画像を作成するための参照画像となるものを記憶する。そして、画像メモリ34に記憶された画像は、必要に応じて読み出され、MPEGデコード部11に参照画像として供給されるとともに、ピクチャ選択部35に供給される。なお、MPEG1や2において、予測画像の作成に用いられる参照画像となるのは、Iピクチャか、Pピクチャなので、本実施の形態では、画像メモリ34に記憶されるのは、IピクチャとPピクチャだけで、Bピクチャは記憶されない。

【0032】ピクチャ選択部35は、出力画像作成部33が出力する画像、または画像メモリ34から読み出される画像のうちのいずれか一方を、必要に応じて選択して出力する。即ち、MPEGでは、画像のデコード（エンコード）順序と、表示順序とが一致していないため、ピクチャ選択部35は、出力画像作成部33が出力する画像、または画像メモリ34に記憶された画像のうちの、いま表示すべき方を選択して出力する。

【0033】なお、図1の画像処理装置（後述する図2の画像処理装置においても同様）においては、実際には、各ブロックにおける遅延に対処するのに、タイミング調整用のメモリと同期信号が必要となるが、図が煩雑になるのを避けるため、その図示は省略してある。

【0034】次に、図2のフローチャートを参照して、図1の画像処理装置による画像の復号処理について説明する。

【0035】入力画像分析部1に対して、MPEGビデオストリームが供給されると、入力画像分析部1は、ステップS1において、いま復号対象となっているのがIピクチャであるかどうかを判定する。

【0036】ステップS1において、いま復号対象となっているのがIピクチャであると判定された場合、ステップS2に進み、MPEGデコード部11は、そのIピクチャをMPEGデコードし、ブロック境界段差検出部2.1およびアクティビティ算出部2.2に供給する。さらに、ステップS2では、DCT係数抽出／逆量子化部12が、MPEGビデオストリームから、MPEGデコード部11で復号されたIピクチャの、量子化されたDCT係数を抽出して逆量子化し、補正值加算部3.1に供給するとともに、サイドインフォメーション部1.3が、MPEGビデオストリームから、MPEGデコード部11で復号されたIピクチャについての量子化スケールおよびDCTタイプを抽出する。量子化スケールは、補正值加算部3.1に供給され、DCTタイプは、ブロック境界段差検出部2.1、アクティビティ算出部2.2、および補正值加算部3.1に供給される。

【0037】一方、ステップS1において、いま復号対象となっているのがIピクチャでないと判定された場合、即ち、復号対象がPまたはBピクチャである場合、ステップS3に進み、MPEGデコード部11は、画像メモリ34から参照画像を読み出して動き補償を施すことにより、いま復号対象となっているPまたはBピクチャの予測画像を作成して、出力画像作成部33に供給し、ステップS4に進む。

【0038】ステップS4では、MPEGデコード部11は、いま復号対象となっているPまたはBピクチャの、量子化されたDCT係数を逆量子化および逆DCT処理し、その結果得られる画素値の予測残差に、ステップS3で得た予測画像を加算することで、いま復号対象

となっているPまたはBピクチャを復号する。そして、MPEGデコード部11は、このPまたはBピクチャの復号結果を、ブロック段差検出部31およびアクティビティ算出部22に供給する。さらに、ステップS4では、DCT係数抽出／逆量子化部12が、MPEGビデオストリームから、MPEGデコード部11で復号されたPまたはBピクチャの、量子化されたDCT係数を抽出して逆量子化し、補正值加算部31に供給するとともに、サイドインフォメーション部13が、MPEGビデオストリームから、MPEGデコード部11で復号されたPまたはBピクチャについての量子化スケールおよびDCTタイプを抽出する。量子化スケールは、補正值加算部31に供給され、DCTタイプは、ブロック境界段差検出部21、アクティビティ算出部22、および補正值加算部31に供給される。

【0039】ステップS2またはS4の処理後は、いずれも、ステップS5に進み、ブロック境界段差検出部21は、MPEGデコード部11からの復号画像のブロックを、順次、注目ブロックとし、注目ブロックの境界を構成する画素値と、その注目ブロックに隣接するブロックの境界を構成する画素値との差分を、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照しながら演算し、注目ブロックの境界の差分情報として、補正值算出部23に供給して、ステップS6に進む。

【0040】ステップS6では、アクティビティ算出部22は、MPEGデコード部11からの復号画像における注目ブロックのアクティビティと、その注目ブロックに隣接するブロックのアクティビティとを、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照しながら演算し、補正值算出部23および高域低減部25に供給して、ステップS7に進む。

【0041】ステップS7では、補正值算出部23は、ブロック境界段差検出部21からのブロックの境界の差分情報に対して、アクティビティ算出部22からのアクティビティに基づく重みを付し、その重み付け結果を、補正值として逆DCT変換部24に供給して、ステップS8に進む。ステップS8では、逆DCT変換部24は、補正值算出部23からの補正值にDCT処理を施し、高域低減部25に供給して、ステップS9に進む。ステップS9では、高域低減部25は、DCT変換部24からの補正值としてのDCT係数のうちの高次のものを、アクティビティ算出部22からのアクティビティに基づいて修正し、その修正後の補正值を、補正值加算部31に供給して、ステップS10に進む。

【0042】ステップS10では、画像再構成部3が、いま復号対象となっているのがIピクチャであるかどうかを判定し、Iピクチャであると判定した場合、ステップS11に進み、補正值加算部31は、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数と、高域低減部25が出力する補正值としてのDCT係数と

を加算し、即ち、ここでは、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数から、高域低減部25が出力する補正值としてのDCT係数を減算し、これにより、ブロックのDCT係数を補正して、逆DCT変換部32に供給する。

【0043】逆DCT変換部32は、ステップS12において、補正值加算部31が出力するブロックの、補正されたDCT係数を逆DCT処理し、画素値のブロックを復号して、出力画像作成部33に供給する。

【0044】一方、ステップS10において、いま復号対象となっているのがIピクチャでないと判定された場合、即ち、復号対象がPまたはBピクチャである場合、ステップS13に進み、補正值加算部31は、ステップS11における場合と同様に、DCT係数抽出／逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数（いまの場合、このDCT係数は、PまたはBピクチャと予測画像との差分である予測残差をDCT処理して得られるもの（残差DCT係数）である）と、高域低減部25が出力する補正值としてのDCT係数とを加算し、これにより、ブロックのDCT係数を補正して、逆DCT変換部32に供給する。

【0045】逆DCT変換部32は、ステップS14において、ステップS12における場合と同様に、補正值加算部31が出力するブロックの、補正されたDCT係数を逆DCT処理し、画素値（予測残差）のブロックを復号して、出力画像作成部33に供給し、ステップS15に進む。

【0046】ステップS15では、出力画像作成部33は、逆DCT変換部32からの予測残差のブロックに、MPEGデコード部11から供給される予測画像を加算することで、復号画像を得る。即ち、いまの場合、復号対象が、予測画像との差分値である予測残差がエンコードされたPまたはBピクチャの画像であるため、逆DCT変換部32からのブロックは、予測残差のブロックとなっている。そこで、ステップS15では、その予測残差に、予測画像が加算されることにより、PまたはBピクチャの画像が復号される。

【0047】ステップS12またはS15の処理の後には、いずれも、ステップS16に進み、出力画像作成部33は、いま復号された画像がBピクチャであるかどうかを判定する。

【0048】ステップS16において、復号された画像がBピクチャでないと判定された場合、即ち、復号された画像が、参照画像となり得るIまたはPピクチャである場合、ステップS17に進み、出力画像作成部33は、その復号されたIまたはPピクチャを、画像メモリ34に供給して記憶させ、ステップS18に進む。ステップS18では、ピクチャ選択部35が、画像メモリ34に記憶された、前回復号されたIまたはPピクチャを選択して出力する。そして、ステップS1に戻り、以

下、同様の処理を繰り返す。

【0049】また、ステップS16において、復号された画像が、参照画像とされないBピクチャであると判定された場合、出力画像作成部33は、その復号されたBピクチャを、ピクチャ選択部35に供給して、ステップS19に進む。ステップS19では、ピクチャ選択部35が、出力画像作成部33が出力するBピクチャを選択して出力する。そして、ステップS1に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。

【0050】次に、図1の歪補正値算出部2および画像再構成部3における処理について、詳述する。

【0051】歪補正算出部2を構成するブロック境界段差検出部2.1は、上述したように、注目ブロックの境界を構成する画素値と、その注目ブロックに隣接するブロックの境界を構成する画素値との差分を演算し、注目ブロックの境界の差分情報として出力する。

【0052】即ち、ブロック境界段差検出部2.1は、図3に示すように、注目ブロックの境界を構成する28の画素値と、その注目ブロックの上下左右それぞれに隣接するブロックの境界を構成する画素値との差分を演算する。なお、注目ブロックの、例えば、最も左上の画素値は、注目ブロックの上のブロックと、その左のブロックとの両方に隣接するが、このような場合は、それぞれのブロックとの差分が演算される。即ち、最も左上の画素値については、上に隣接するブロックの画素値との差分と、左に隣接するブロックの画素値との差分の、2つの差分が演算される。注目ブロックの右上、左下、右下の画素についても同様である。従って、ブロック境界段差検出部2.1では、注目ブロックの境界を構成する画素について、32(=8×4)個の差分値が演算される。

【0053】ここで、MPEGでは、画像が16×16画素のマクロブロックに分割され、さらに、そのマクロブロックが8×8画素のブロックに分割され、ブロック単位でDCT処理および量子化処理が施されるが、マクロブロックをブロック分割してDCT処理を施すモードとしては、フレームDCTモードとフィールドDCTモードとが用意されている。

【0054】即ち、例えば、いま図4(A)に示すように、16×16画素のマクロブロックの最上行のラインを第1ラインとすると、フレームDCTモードでは、輝度信号に注目した場合、マクロブロックが、図4(B)に示すように、奇数ラインと偶数ラインとが交互に並んだフレームで構成されるような4個のブロックに分割される。これに対して、フィールドDCTモードでは、輝度信号に注目した場合、マクロブロックが、図4(C)に示すように、奇数ラインだけと偶数ラインだけとからなるフィールドで構成されるような4個のブロックに分割される。

【0055】フレームDCTモードとフィールドDCTモードとは、マクロブロック単位で切り替えることが可

能であり、いずれのモードを用いてMPEGエンコードされたかは、MPEGビデオストリームに含まれるサイドインフォメーションの1つであるDCTタイプを参照することで認識することができる。

【0056】従って、注目ブロックが属するマクロブロック(以下、適宜、注目マクロブロックという)と、その注目マクロブロックに隣接するマクロブロックにおけるDCTタイプが同一である場合には、問題はないが、DCTタイプが異なる場合には、注目ブロックの境界を構成する画素(以下、適宜、境界画素という)に隣接するブロックの画素が、本来隣接する画素でないこと(最終的に1フレームの画像の画像の状態、隣接しない画素であること)がある。

【0057】そこで、ブロック境界段差検出部2.1は、境界画素と本来隣接する画素との差分を演算するために、上述のように、サイドインフォメーション部1.3から供給されるDCTタイプを参照し、これにより、注目マクロブロックと、それに隣接するマクロブロックが、フレームDCTモードまたはフィールドDCTモードのいずれでMPEGエンコードされたものであるかを認識して、例えば、以下のように、注目ブロックの境界画素との差分を演算するようになっている。

【0058】即ち、いま、図5に示すように、注目マクロブロックを MB_N と表すとともに、その上、下、左に隣接するマクロブロックを、それぞれ MB_U 、 MB_D 、 MB_L と表す。さらに、例えば、マクロブロック MB_N を構成する4個のブロックのうち、ラスタスキャン順で、 i 番目のブロックを、 B_{N-i} と表すこととする。さらに、注目マクロブロック MB_N を構成する4つのブロック B_{N-1} 、 B_{N-2} 、 B_{N-3} 、 B_{N-4} のうち、例えば、その左上のブロック B_{N-1} が注目ブロックであるとする。

【0059】そして、いま、例えば、図5に示すように、注目マクロブロック MB_N 、マクロブロック MB_U 、 MB_D 、 MB_L が、いずれもフレームDCTモードである場合には、注目ブロック B_{N-1} の上、下、左、右それぞれの境界画素については、その上、下、左、右に隣接する画素との差分がとられる。

【0060】即ち、注目ブロック B_{N-1} の上の境界画素それぞれについては、注目マクロブロック MB_N の上に隣接するマクロブロック MB_U の左下のブロック B_{U-3} の第8ラインの画素それぞれとの差分がとられる。また、下の境界画素については、注目マクロブロック MB_N の左下のブロック B_{N-3} の第1ラインの画素それぞれとの差分がとられる。さらに、左の境界画素については、注目マクロブロック MB_N の左に隣接するマクロブロック MB_L の右上のブロック B_{L-2} の第1乃至第8ラインの最後(第8列)の画素それぞれとの差分がとられる。また、右の境界画素については、注目マクロブロック MB_N の右上のブロック B_{N-2} の第1乃至第8ラインの先頭(第1列)の画素それぞれとの差分がとられる。

【0061】次に、例えば、図6に示すように、注目マクロブロック MB_N がフィールドDCTモードであり、マクロブロック MB_U 、 MB_D 、 MB_L が、いずれもフレームDCTモードである場合には、まず、注目ブロック B_{N-1} の右に隣接するブロック B_{N-2} は、注目マクロブロック MB_N を構成するブロックであり、従って、注目ブロック B_{N-1} と、その右に隣接するブロック B_{N-2} とは同一のライン構造を有するから、注目ブロック B_{N-1} の右の境界画素については、その右隣の画素との差分がとられる。即ち、右の境界画素については、注目マクロブロック MB_N の右上のブロック B_{N-2} の第1乃至第8ラインの先頭の画素それぞれとの差分がとられる。

【0062】また、注目ブロック B_{N-1} の上の境界画素それぞれについては、その上に隣接する画素、即ち、注目マクロブロック MB_N の上に隣接するマクロブロック MB_U の左下のブロック B_{U-3} の第7ラインの画素それぞれとの差分がとられる。

【0063】さらに、注目ブロック B_{N-1} の左の境界画素に関しては、その第1乃至第4ラインの境界画素それぞれについては、注目マクロブロック MB_N の左隣のマクロブロック MB_L を構成する右上のブロック B_{L-2} の第1、3、5、7ラインの最後の画素それぞれとの差分がとられ、第5乃至第8ラインの境界画素それぞれについては、注目マクロブロック MB_N の左隣のマクロブロック MB_L を構成する右下のブロック B_{L-4} の第1、3、5、7ラインの最後の画素それぞれとの差分がとられる。

【0064】また、注目ブロック B_{N-1} の下の境界画素それぞれについては、注目マクロブロック MB_N の下に隣接するマクロブロック MB_D を構成する左上のブロック B_{D-1} の第1ラインを構成する画素それぞれとの差分がとられる。

【0065】次に、例えば、図7に示すように、注目マクロブロック MB_N がフレームDCTモードであり、マクロブロック MB_U 、 MB_D 、 MB_L が、いずれもフィールドDCTモードである場合には、図6における場合と同様に、注目ブロック B_{N-1} と、その右に隣接するブロック B_{N-2} とは同一のライン構造を有するから、注目ブロック B_{N-1} の右の境界画素については、その右隣の画素との差分がとられる。即ち、右の境界画素については、注目マクロブロック MB_N の右上のブロック B_{N-2} の第1乃至第8ラインの先頭の画素それぞれとの差分がとられる。

【0066】また、注目ブロック B_{N-1} の下の境界画素それぞれについては、その下に隣接する画素、即ち、注目マクロブロック MB_N の左下のブロック B_{D-3} の第1ラインの画素それぞれとの差分がとられる。

【0067】さらに、注目ブロック B_{N-1} の左の境界画素に関しては、その第1、3、5、7ラインの境界画素それぞれについては、注目マクロブロック MB_N の左隣の

のマクロブロック MB_L を構成する右上のブロック B_{L-2} の第1乃至4ラインの最後の画素それぞれとの差分がとられ、第2、4、6、8ラインの境界画素それぞれについては、注目マクロブロック MB_N の左隣のマクロブロック MB_L を構成する右下のブロック B_{L-4} の第1乃至4ラインの先頭の画素それぞれとの差分がとられる。

【0068】また、注目ブロック B_{N-1} の上の境界画素それぞれについては、注目マクロブロック MB_N の上に隣接するマクロブロック MB_U を構成する左下のブロック B_{U-3} の第8ラインを構成する画素それぞれとの差分がとられる。

【0069】次に、例えば、図8に示すように、注目マクロブロック MB_N と、マクロブロック MB_U 、 MB_D 、 MB_L が、いずれもフィールドDCTモードである場合には、図6における場合と同様に、注目ブロック B_{N-1} と、その右に隣接するブロック B_{N-2} とは同一のライン構造を有するから、注目ブロック B_{N-1} の右の境界画素については、その右隣の画素との差分がとられる。即ち、右の境界画素については、注目マクロブロック MB_N の右上のブロック B_{N-2} の第1乃至第8ラインの先頭の画素それぞれとの差分がとられる。

【0070】また、注目ブロック B_{N-1} の上の境界画素それぞれについては、その上に隣接する画素、即ち、注目マクロブロック MB_N の上に隣接するマクロブロック MB_U の左下のブロック B_{U-1} の第8ラインの画素それぞれとの差分がとられる。

【0071】さらに、注目ブロック B_{N-1} の左の境界画素それぞれについては、注目マクロブロック MB_N の左隣のマクロブロック MB_L を構成する右上のブロック B_{L-2} の第1乃至第8ラインの最後の画素それぞれとの差分がとられる。

【0072】なお、 MB_U 、 MB_L 、 MB_D がそれぞれ異なるDCTタイプである場合、図5と7、または図6と8の組み合わせとなる。

【0073】また、注目ブロック B_{N-1} の下の境界画素それぞれについては、注目マクロブロック MB_N の下に隣接するマクロブロック MB_D を構成する左上のブロック B_{D-1} の第1ラインを構成する画素それぞれとの差分がとられる。

【0074】以上のように、ブロック境界段差検出部21は、サイドインフォメーション部13から供給されるDCTタイプを参照することにより注目マクロブロックと、それに隣接するマクロブロックを構成するブロックのライン構造を認識し、注目ブロックの境界画素について、その境界画素と本来隣接する画素との差分を演算し、差分情報を得る。

【0075】次に、図1の歪補正值算出部2を構成するアクティビティ算出部22の処理について説明する。

【0076】アクティビティ算出部22は、MPEGコード部11から供給される画素値のブロックについて、

そのアクティビティを計算する。即ち、いま、ブロックの第*i*行第*j*列の画素値を、 $p(i, j)$ と表すと、アクティビティ算出部22は、ブロックのアクティビティ

$$V_{act} = \sum (p(i, j))^2 / (I \times J) - (\sum p(i, j) / (I \times J))^2$$

但し、式(1)において、 Σ は、*i*、*j*を、1から*I*、*J*までに変えてのサメーションを表し、*I*と*J*は、ブロックを構成する画素のライン数と列数を、それぞれ表す。従って、本実施の形態では、*I*、*J*は、ともに8である。

【0078】なお、アクティビティ算出部22は、注目ブロックについてアクティビティを計算するとともに、その注目ブロックの上下左右にそれぞれ隣接するブロックのアクティビティも計算する。但し、アクティビティ算出部22は、注目ブロックの上下左右にそれぞれ隣接するブロックに関しては、サイドインフォメーション抽出部13から供給されるDCTタイプを参照することにより、そのブロックを構成するライン構造を認識し、注目ブロックと同一構成のライン構造のブロックについて、アクティビティを計算する。

【0079】即ち、例えば、図5に示したように、注目マクロブロックMB_Nと、マクロブロックMB_U、MB_D、MB_Lが、いずれもフレームDCTモードである場合には、アクティビティ算出部22は、注目ブロックB_{N-1}の上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれ、注目ブロックB_{N-1}の上に隣接するブロックB_{U-3}の第1乃至第8ライン、下に隣接するブロックB_{N-3}の第1乃至第8ライン、左に隣接するブロックB_{L-2}の第1乃至第8ライン、右に隣接するブロックB_{N-2}の第1乃至第8ラインから、式(1)にしたがって演算する。

【0080】また、例えば、図6に示したように、注目マクロブロックMB_NがフィールドDCTモードであり、マクロブロックMB_U、MB_D、MB_Lが、いずれもフレームDCTモードである場合には、アクティビティ算出部22は、注目ブロックB_{N-1}の上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれ、注目ブロックB_{N-1}の上に隣接するマクロブロックMB_UのブロックB_{U-1}の4つの奇数ラインおよびブロックB_{U-3}の4つの奇数ライン、下に隣接するマクロブロックMB_DのブロックB_{D-1}の4つの奇数ラインおよびブロックB_{D-3}の4つの奇数ライン、左に隣接するマクロブロックMB_LのブロックB_{L-2}の4つの奇数ラインおよびブロックB_{L-4}の4つの奇数ライン、右に隣接するブロックB_{N-2}の第1乃至第8ラインから、式(1)にしたがって演算する。

【0081】さらに、例えば、図7に示したように、注目マクロブロックMB_NがフレームDCTモードであり、マクロブロックMB_U、MB_D、MB_Lが、いずれもフィールドDCTモードである場合には、アクティビティ

V_{act}を、例えば、次式にしたがって計算する。

【0077】

... (1)

イ算出部22は、注目ブロックB_{N-1}の上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれ、注目ブロックB_{N-1}の上に隣接するマクロブロックMB_UのブロックB_{U-1}の第5乃至第8ラインおよびブロックB_{U-3}の第5乃至第8ライン、下に隣接するブロックB_{N-3}の第1乃至第8ライン、左に隣接するマクロブロックMB_LのブロックB_{L-2}の第1乃至第4ラインおよびブロックB_{L-4}の第1乃至第4ライン、右に隣接するブロックB_{N-2}の第1乃至第8ラインから、式(1)にしたがって演算する。

【0082】また、例えば、図8に示したように、注目マクロブロックMB_N、マクロブロックMB_U、MB_D、MB_Lが、いずれもフィールドDCTモードである場合には、アクティビティ算出部22は、注目ブロックB_{N-1}の上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれ、注目ブロックB_{N-1}の上に隣接するマクロブロックMB_UのブロックB_{U-1}の第1乃至第8ライン、下に隣接するマクロブロックMB_DのブロックB_{D-1}の第1乃至第8ライン、左に隣接するブロックB_{L-2}の第1乃至第8ライン、右に隣接するブロックB_{N-2}の第1乃至第8ラインから、式(1)にしたがって演算する。

【0083】次に、図1の歪補正值算出部2を構成する補正值算出部23の処理について説明する。

【0084】補正值算出部23は、ブロック境界段差検出部21から供給される注目ブロックの境界の差分情報を、アクティビティ算出部22からの注目ブロックおよびその上下左右に隣接するブロックのアクティビティに基づいて処理することにより、補正值を算出する。

【0085】即ち、補正值算出部23は、注目ブロックと、それに隣接するブロック（以下、適宜、隣接ブロックという。）とのアクティビティがほぼ等しい場合には、その注目ブロックの境界画素の画素値と、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値とを、それらの2つの画素値の中間値に近づけるような補正值を求める。

【0086】具体的には、例えば、いま差分情報として用いている、注目ブロックの境界画素の画素値と、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値との差分を、差分画素値というものとすると、補正值算出部23は、例えば、図9(A)に示すように、ブロック歪みを低減するために、注目ブロックの境界画素の画素値を、差分画素値の7/16だけ、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値に近づけるような補正值を求める。

【0087】なお、境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値については、その隣接ブロックが注目ブロックと

なった場合に、上述の場合と同様にして、差分画素値の $7/16$ だけ画素値を補正するような補正值が求められる。また、この場合、注目ブロックの境界画素の画素値と、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値とが、互いに、差分画素値の $7/16$ だけ近づくように補正されることとなり、従って、それらの2つの補正後の画素値の間には、差分画素値の $1/8 (=2/16)$ だけの差が生じるが、これは、隣接するブロックの境界画素どうしの間に、ある程度の差がある方が、そのブロックどうしが滑らかに繋がり、自然に見えるからである。

【0088】一方、補正值算出部23は、注目ブロックと、隣接ブロックとのアクティビティに、ある程度の差がある場合には、その注目ブロックの境界画素の画素値、またはその境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値のうちの、アクティビティが大きい方のブロックの画素値を、アクティビティが小さい方のブロックの画素値に近づけるような補正值を求める。

【0089】即ち、注目ブロックと、隣接ブロックとのアクティビティに、ある程度の差がある場合には、そのうちのアクティビティの大きい方のブロックがモスキートノイズを含んでいる可能性が高いため、そのモスキートノイズが、他方のブロック（アクティビティが小さい方のブロック）に伝搬（影響）することを防止する必要

$$G_u = 7/16 + (C-A)/(C+A) \times 1/2 + |C-A|/|C+A| \times 1/16$$

$$G_d = 7/16 + (C-E)/(C+E) \times 1/2 + |C-E|/|C+E| \times 1/16$$

$$G_l = 7/16 + (C-B)/(C+B) \times 1/2 + |C-B|/|C+B| \times 1/16$$

$$G_r = 7/16 + (C-D)/(C+D) \times 1/2 + |C-D|/|C+D| \times 1/16$$

... (2)

【0094】そして、補正值算出部23は、図11に示すように、注目ブロックの上下左右の境界それぞれの差分情報としての差分画素値を、 G_u 、 G_d 、 G_l 、 G_r 倍して補正值を得る。

【0095】なお、補正值算出部23は、差分情報のうちの、例えば、最も左上の差分画素値については、重み G_u と G_l との平均値を重みとして付す。同様に、補正值算出部23は、最も右上の差分画素値については、重み G_u と G_r との平均値を、最も左下の差分画素値については、重み G_l と G_d との平均値を、最も右下の差分画素値については、重み G_r と G_d との平均値を、それぞれ重みとして付す。

【0096】従って、補正值算出部23では、境界部分に、重みが付された差分画素値が配置され、残りの部分に、0が配置されている 8×8 のブロックの補正值が得られる。

【0097】また、上述の場合には、差分情報に対して、アクティビティにのみ基づく重みを付して補正值を求めるようにしたが、補正值は、その他、例えば、注目ブロックに隣接する隣接ブロックが、注目マクロブロックではないマクロブロックに属し、かつ、注目ブロックと隣接ブロックとの量子化スケールが異なるときには、

がある。

【0090】そこで、補正值算出部23は、注目ブロックと隣接ブロックとのアクティビティに、ある程度の差がある場合において、そのうちの注目ブロックのアクティビティの方が大きいときには、例えば、図9(B)に示すように、注目ブロックの境界画素の画素値を、差分画素値の分だけ、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値に近づけるような補正值、即ち、注目ブロックの境界画素の画素値を、その境界画素に隣接する隣接ブロックの画素値に一致させるような補正值を求める。

【0091】補正值算出部23は、以上のような補正值を、ブロック境界段差検出部21からの差分画素値である差分情報と、アクティビティ算出部22からのアクティビティを用いて、例えば、次のようにして求める。

【0092】即ち、例えば、いま、図10に示すように、注目ブロックのアクティビティをCで表すとともに、その上下左右に隣接するブロックのアクティビティを、それぞれA、E、B、Dでそれぞれ表すとすると、補正值算出部23は、注目ブロックの上下左右の境界の差分情報としての差分画素値それぞれに対して付す重み G_u 、 G_d 、 G_l 、 G_r を、次式にしたがって演算する。

【0093】

差分情報に対して、アクティビティと量子化スケールとに基づく重みを付して求めるようにすること等が可能である。

【0098】次に、図1の歪補正值算出部2を構成する高域低減部25の処理について説明する。

【0099】高域低減部25には、補正值算出部23において得られる空間領域の 8×8 のブロックの補正值が、DCT変換部24において、図12(A)に示すようにDCT処理され、 8×8 個の周波数領域のDCT係数とされたものが供給される。

【0100】高域低減部25は、そこに供給される補正值としてのDCT係数のうちの高次のものを低減することにより、即ち、例えば、図12(B)に示すように、補正值としての 8×8 個のDCT係数のうちの第5行乃至第8行、および第5列乃至第8列のものを0とすること等により、その補正值を修正し、補正值加算部31に供給する。

【0101】即ち、DCT変換部24が出力する補正值を、そのまま、DCT係数抽出/逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数の補正に用いると、そのブロックの境界付近の画素値しか補正されず、その結果、例えば、図13(A)に示すような急峻な段差のあるプロ

ックの境界部分の画素値は、図13(B)に示すように補正される。従って、ブロックの境界は、補正前よりも目立たなくなはなるが、それでも、ブロックの境界部分の段差が、まだ急峻であるため、復号画像にブロック構造が現れる。

【0102】そこで、高域低減部25は、補正值としてのDCT係数の高次のものを低減することにより、その補正值を修正する。このような修正後の補正值を、DCT係数抽出/逆量子化部12が出力するブロックのDCT係数の補正に用いた場合には、そのブロックの境界付近だけでなく、その内部の画素値も補正され、その結果、例えば、図13(A)に示すような急峻な段差のあるブロックの境界部分の画素値は、図13(C)に示すように補正される。従って、ブロックの境界部分の段差が滑らかになるため、復号画像にブロック構造が現れることを、十分低減することができる。

【0103】次に、高域低減部25において、補正值としてのDCT係数の高次のものを低減するように、補正值を修正する方法としては、図12(B)に示したような、高次のDCT係数を0とする方法以外の方法を採用することが可能である。

【0104】即ち、例えば、図14(A)に示すように、補正值は、第5行乃至第8行、および第5列乃至第8列のものを0に修正するのではなく、任意の第i行以上、および第i列以上のものを0に修正するようにすることができる。そして、この場合、変数iは、注目ブロックのアクティビティや、注目ブロックの量子化に用いられた量子化スケール等に基づいて決定することができる。即ち、例えば、注目ブロックのアクティビティが大きい場合には、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、そのアクティビティが小さい場合には、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。また、例えば、注目ブロックの量子化スケールが小さい場合には、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、その量子化スケールが大きい場合には、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。

【0105】なお、注目ブロックのアクティビティや量子化スケール等に基づいて、0に修正するDCT係数の次数を決定する場合には、その次数の下限値を設定しておくようにすることができる。即ち、例えば、第4行以下および第4列以下のDCT係数は、0に修正しないような設定をしておくことが可能である。この場合、0に修正するDCT係数は、第5行乃至第8行、および第5列乃至第8列の範囲で変化することになる。

$$F'(u, v) = a \times F(u, v) / (b \times u + c \times v)$$

$$F'(u, v) = a \times F(u, v) / \sqrt{(b \times u)^2 + (c \times v)^2}$$

... (3)

但し、式(3)において、a、b、cは、注目ブロックや、その上下左右に隣接するブロックのアクティビティ

【0106】また、補正值は、図14(A)に示したように、8×8のDCT係数のうち、同一の行と列以上のものを0に修正する他、0に修正する行と列を、独立に決定することも可能である。

【0107】即ち、例えば、図14(B)に示すように、注目ブロックの左と右にそれぞれ隣接するブロックのアクティビティが大きい場合には、水平方向の、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、その左右に隣接するブロックのアクティビティが小さい場合には、水平方向の、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。また、例えば、注目ブロックの上と下にそれぞれ隣接するブロックのアクティビティが大きい場合には、垂直方向の、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、上下に隣接するブロックのアクティビティが小さい場合には、垂直方向の、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。

【0108】さらに、例えば、注目ブロックの左と右にそれぞれ隣接するブロックの量子化スケールが小さい場合には、水平方向の、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、その左右に隣接するブロックの量子化スケールが大きい場合には、水平方向の、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。また、例えば、注目ブロックの上と下にそれぞれ隣接するブロックの量子化スケールが小さい場合には、垂直方向の、より高次のDCT係数だけを0に修正するようにし、その上下に隣接するブロックの量子化スケールが大きい場合には、垂直方向の、より低次のDCT係数も0に修正するようにすることができる。

【0109】さらに、図14(A)や図14(B)に示した場合においては、注目ブロックと、その上下に隣接するブロックや左右に隣接するブロックとのアクティビティの和等に基づいて、0に修正するDCT係数の次数を決定することも可能である。

【0110】また、補正值としてのDCT係数は、例えば、そのDCT係数に、所定の重み付けを行うことにより修正することも可能である。

【0111】即ち、例えば、図14(C)に示すように、補正值としての8×8のDCT係数のうち、第v行第u列のDCT係数を、 $F(u, v)$ と表すとともに、修正後の補正值としてのDCT係数を、 $F'(u, v)$ と表すこととすると、補正值としてのDCT係数は、例えば、次の2つの式のいずれかにしたがって修正することが可能である。

【0112】

i、あるいは量子化スケール等に基づいて設定される定数を表す。

【0113】また、補正值としてのDCT係数は、例えば、注目ブロックの量子化に用いられた量子化テーブルに基づく重み付けを行うことにより修正することも可能である。

【0114】即ち、注目ブロックの量子化に用いられた量子化テーブル q が、例えば、図14(D)に示すよう

$$F'(u, v) = a \times F(u, v) / q(u, v)$$

... (4)

但し、式(4)において、 a は、式(3)における場合と同様に、注目ブロック等のアクティビティ等に基づいて設定される定数を表す。

【0116】次に、図1の画像再構成部3を構成する補正值加算部31の処理について説明する。

【0117】補正值加算部31は、図15(A)に示すように、DCT係数抽出/逆量子化部12から供給される、ビデオストリームから抽出された注目ブロックのDCT係数から、高域低減部25から供給される、注目ブロックに対応する補正值としてのDCT係数を減算することで、注目ブロックのDCT係数を補正し、逆DCT変換部32に供給する。逆DCT変換部32では、このようにして補正值加算部31から供給される補正後の注目ブロックのDCT係数が逆DCT処理され、これにより、図15(B)に示すような空間領域の 8×8 画素のブロックが得られる。

【0118】なお、P、Bピクチャについては、MPEGエンコードの際、元の画像と、その予測画像との差分(予測残差)がDCT処理され、さらに量子化されるから、その量子化の結果得られるDCT係数は、すべて0となることがあり、この場合、ビデオストリームに、DCT係数は含まれない。このような場合には、補正值加算部31は、ブロックのDCT係数が、すべて0であるとして、その0から、補正值を減算して、補正後のDCT係数を得る。

【0119】また、上述の場合には、補正值加算部31において、注目ブロックのDCT係数を、補正值によって必ず補正するようにしたが、注目ブロックのDCT係数によって十分な画質が得られる場合(ブロック歪み等が目立たない場合等)には、補正を行わないようにすることが可能である。

【0120】即ち、補正值加算部31では、例えば、マクロブロック単位で、そのマクロブロックを構成するブロックの補正を行うかどうかを、サイドインフォメーション抽出部13から供給される量子化スケール等に基づいて判定するようにすることが可能である。具体的には、例えば、ブロックの量子化スケールが所定の閾値以下(未満)の場合(量子化が細かい場合)には、ブロックの補正を行わず、ブロックの量子化スケールが所定の閾値より大(以上)の場合(量子化が粗い)には、ブロックの補正を行うようにすることが可能である。

【0121】次に、図16および図17は、本件発明者

なものであった場合において、その量子化テーブル q の第 v 行第 u 列の値を $q(u, v)$ と表すと、補正值としてのDCT係数は、例えば、次式にしたがって修正することが可能である。

【0115】

が行ったシミュレーション結果を示している。なお、図16および図17の左側に四角形で囲んである部分は、それぞれの画像の一部分を拡大したものである。

【0122】図16は、従来のMPEG方式によりエンコードした画像を、従来のMPEG方式によりデコードしたデコード結果を示している。図16の左側に示した拡大部分から明らかなように、顕著に、ブロック歪みが現れている。

【0123】図17は、従来のMPEG方式によりエンコードした画像を、図1の画像処理装置によりデコードしたデコード結果を示している。図17の左側に示した拡大部分から明らかなように、図16においてモザイク状に現れているブロック歪みが十分に低減されていることが分かる。

【0124】なお、MPEGでは、P、Bピクチャにおいて、スキップマクロブロックが生じると、スキップマクロブロックには、DCTタイプが付加されないため、ブロック境界段差検出部21やアクティビティ算出部22等において、ブロックのライン構造が、フレームDCTモードまたはフィールドDCTモードのうちのいずれであるのか認識することができなくなる。このことは、MPEGデコード部11において得られたIピクチャに動き補償を施して予測画像を得る場合に問題となるが、図1で説明したように、出力画像作成部33で得られたIピクチャに動き補償を施して予測画像を得る場合には、スキップマクロブロックについては、特に処理を行わずにスキップするだけで良いので、特に問題は生じない。

【0125】以上のように、ブロックの境界部分の差分情報に、アクティビティに基づく重みを付すことにより補正值を得て、その補正值によって、ブロックのDCT係数を補正するようにしたので、特に平坦な部分で生じやすいブロック歪みを十分に低減した高画質の復号画像を得ることができる。

【0126】さらに、エッジを含むブロック(アクティビティの高いブロック)で発生するモスキートノイズが、平坦なブロックに伝搬することを防止することができる。

【0127】また、モスキートノイズが生じているブロック(アクティビティの高いブロック)の画素値は、図9(B)で説明したように、平坦なブロック(アクティビティの低いブロック)の画素値に近づくように補正さ

れるため、モスキートノイズが生じているブロックの、そのモスキートノイズを目立たなくすることができる。

【0128】さらに、図1の画像処理装置は、ブロック歪み等を除去するための補正值としてのDCT係数を求め、その補正值によって、ブロックのDCT係数を補正するため、逆DCT処理を行うMPEGデコード処理との親和性が高く、MPEGデコーダに組み込んで、リアルタイムで処理を行うようにすることが可能である。

【0129】また、補正值は、ブロックの境界部分の差分情報、即ち、いわばブロック境界における歪みそのものから生成されるため、その補正值による補正の効果は、基本的に、MPEGエンコード時における圧縮率の影響をほとんど受けない。

【0130】さらに、高域低減部25における補正值の修正や、補正值加算部31におけるブロックの補正においては、量子化スケールその他のサイドインフォメーションを利用することで、適応的な歪み除去を行うことができる。即ち、例えば、補正值加算部31では、上述したように、マクロブロックの量子化スケールを参照することにより、量子化誤差による画質の劣化の程度を推測して、その劣化の程度によって、ブロックの補正を行ったり、または行わないようにすることができる。

【0131】次に、図1の画像処理装置では、逆DCT変換部32において、DCT係数に対して逆DCT処理

$$E[y] = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots$$

【0136】式(5)を一般化するために、タップ係数 w_j の集合でなる行列 W 、生徒データ x_{ij} の集合でなる行列 X 、および予測値 $E[y_j]$ の集合でなる行列 Y を、

【数1】

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1J} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2J} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{I1} & x_{I2} & \dots & x_{IJ} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_J \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} E[y_1] \\ E[y_2] \\ \dots \\ E[y_J] \end{bmatrix}$$

$$XW = Y$$

ここで、行列 X の成分 x_{ij} は、 i 件目の生徒データの集合(i 件目の教師データ y_i の予測に用いる生徒データの集合)の中の j 番目の生徒データを意味し、行列 W の成分 w_j は、生徒データの集合の中の j 番目の生徒データとの積が演算されるタップ係数を表す。また、 y_i は、 i 件目の教師データを表し、従って、 $E[y_i]$ は、 i 件目の教師データの予測値を表す。なお、式(5)の左辺における y は、行列 Y の成分 y_i のサフィックス i を省略したものであり、また、式(5)の右辺

を施すことにより、そのDCT係数を画素値に変換するようにしたが、DCT係数から画素値への変換は、その他、例えば、本件出願人が先に提案したクラス分類適応処理を利用して行うことも可能である。

【0132】クラス分類適応処理は、クラス分類処理と適応処理とからなり、クラス分類処理によって、データを、その性質に基づいてクラス分けし、各クラスごとに適応処理を施すものであり、適応処理は、以下のような手法のものである。

【0133】即ち、適応処理では、例えば、DCT係数と、所定のタップ係数との線形結合により、そのDCT係数に対応する元の画素値の予測値を求めることで、DCT係数が、元の画素値に復号される。

【0134】具体的には、例えば、いま、ある画像を教師データとするとともに、その画像を、ブロック単位でDCT処理して得られるDCT係数を生徒データとして、教師データである画素の画素値 y の予測値 $E[y]$ を、幾つかのDCT係数 x_1, x_2, \dots の集合と、所定のタップ係数 w_1, w_2, \dots の線形結合により規定される線形1次結合モデルにより求めることを考える。この場合、予測値 $E[y]$ は、次式で表すことができる。

【0135】

$\dots (5)$

で定義すると、次のような観測方程式が成立する。

【0137】

$\dots (6)$

における x_1, x_2, \dots も、行列 X の成分 x_{ij} のサフィックス i を省略したものである。

【0138】そして、この観測方程式に最小自乗法を適用して、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めることを考える。この場合、教師データとなる真の画素値 y の集合でなる行列 Y 、および画素値 y に対する予測値 $E[y]$ の残差 e の集合でなる行列 E を、

【数2】

$$E = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_I \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_I \end{bmatrix}$$

$$XW = Y + E$$

【0140】この場合、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるためのタップ係数 w_j は、自乗誤差【数3】

$$\sum_{i=1}^I e_i^2$$

を最小にすることで求めることができる。

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_j} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_j} + \dots + e_I \frac{\partial e_I}{\partial w_j} = 0 \quad (j=1, 2, \dots, J)$$

... (8)

【0143】そこで、まず、式(7)を、タップ係数 w_j で微分することにより、次式が成立する。

【0144】

【数5】

$$\frac{\partial e_i}{\partial w_1} = x_{i1}, \quad \frac{\partial e_i}{\partial w_2} = x_{i2}, \quad \dots, \quad \frac{\partial e_i}{\partial w_J} = x_{iJ}, \quad (i=1, 2, \dots, I)$$

... (9)

【0145】式(8)および(9)より、式(10)が得られる。

【0146】

【数6】

$$\sum_{i=1}^I e_i x_{i1} = 0, \quad \sum_{i=1}^I e_i x_{i2} = 0, \quad \dots, \quad \sum_{i=1}^I e_i x_{iJ} = 0$$

... (10)

【0147】さらに、式(7)の残差方程式における生徒データ x_{ij} 、タップ係数 w_j 、教師データ y_i 、および残差 e_i の関係を考慮すると、式(10)から、次のような正規方程式を得ることができる。

【0148】

【数7】

$$\begin{cases} (\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{iJ}) w_J = (\sum_{i=1}^I x_{i1} y_i) \\ (\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{iJ}) w_J = (\sum_{i=1}^I x_{i2} y_i) \\ \dots \\ (\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{iJ}) w_J = (\sum_{i=1}^I x_{iJ} y_i) \end{cases}$$

$$AW = v$$

で表すことができる。

【0150】式(11)における各正規方程式は、生徒

で定義すると、式(6)から、次のような残差方程式が成立する。

【0139】

... (7)

【0141】従って、上述の自乗誤差をタップ係数 w_j で微分したものが0になる場合、即ち、次式を満たすタップ係数 w_j が、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるため最適値ということになる。

【0142】

【数4】

... (11)

【0149】なお、式(11)に示した正規方程式は、行列(共分散行列) A およびベクトル v を、

【数8】

$$A = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{iJ} \\ \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{iJ} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{iJ} \end{pmatrix}$$

$$v = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1} y_i \\ \sum_{i=1}^I x_{i2} y_i \\ \dots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ} y_i \end{pmatrix}$$

で定義するとともに、ベクトル W を、数1で示したように定義すると、式

... (12)

データ x_{ij} および教師データ y_i のセットを、ある程度の数だけ用意することで、求めるべきタップ係数 w_j の

数 J と同じ数だけたてることができ、従って、式(12)を、ベクトル W について解くことで(但し、式(12)を解くには、式(12)における行列 A が正則である必要がある)、最適なタップ係数(ここでは、自乗誤差を最小にするタップ係数) w_j を求めることができる。なお、式(12)を解くにあたっては、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを用いることが可能である。

【0151】以上のようにして、最適なタップ係数 w_j を求めておく学習処理を行い、さらに、そのタップ係数 w_j を用い、式(5)により、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求める予測処理を行うのが適応処理である。

【0152】図18は、以上のようなクラス分類適応処理により、DCT係数を画素値に復号する、逆DCT変換部32の構成例を示している。

【0153】補正值加算部31が出力する 8×8 のブロックごとのDCT係数は、予測タップ抽出回路41およびクラスタップ抽出回路42に供給されるようになっていく。

【0154】予測タップ抽出回路41は、そこに供給されるDCT係数のブロック(以下、適宜、DCTブロックという)に対応する画素値のブロック(この画素値のブロックは、現段階では存在しないが、仮想的に想定される)(以下、適宜、画素ブロックという)を、順次、注目画素ブロックとし、さらに、その注目画素ブロックを構成する各画素を、例えば、いわゆるラスタスキャン順に、順次、注目画素とする。さらに、予測タップ抽出回路41は、注目画素の画素値を予測するのに用いるDCT係数を抽出し、予測タップとする。

【0155】即ち、予測タップ抽出回路41は、例えば、注目画素が属する画素ブロックに対応するDCTブロックのすべてのDCT係数、即ち、 8×8 の64個のDCT係数を、予測タップとして抽出する。従って、本実施の形態では、ある画素ブロックのすべての画素について、同一の予測タップが構成される。但し、予測タップは、注目画素ごとに異なるDCT係数で構成することが可能である。

【0156】予測タップ抽出回路41において得られる、画素ブロックを構成する各画素についての予測タップ、即ち、64画素それぞれについての64セットの予測タップは、積和演算回路45に供給される。但し、本実施の形態では、上述したように、画素ブロックのすべての画素について、同一の予測タップが構成されるので、実際には、1つの画素ブロックに対して、1セットの予測タップを、積和演算回路45に供給すれば良い。

【0157】クラスタップ抽出回路42は、注目画素を、幾つかのクラスのうちのいずれかに分類するためのクラス分類に用いるDCT係数を抽出して、クラスタップとする。

【0158】なお、MPEGエンコードでは、画像が、画素ブロックごとにDCT処理されることから、ある画素ブロックに属する画素は、例えば、すべて同一のクラスにクラス分類することとする。従って、クラスタップ抽出回路42は、ある画素ブロックの各画素については、同一のクラスタップを構成する。即ち、クラスタップ抽出回路42は、例えば、予測タップ抽出回路41における場合と同様に、注目画素が属する画素ブロックに対応するDCTブロックの 8×8 個のすべてのDCT係数を、クラスタップとして抽出する。

【0159】ここで、画素ブロックに属する各画素を、すべて同一のクラスにクラス分類するという事は、その画素ブロックをクラス分類することと等価である。従って、クラスタップ抽出回路42には、注目画素ブロックを構成する64画素それぞれをクラス分類するための64セットのクラスタップではなく、注目画素ブロックをクラス分類するための1セットのクラスタップを構成できれば良く、このため、クラスタップ抽出回路42は、画素ブロックごとに、その画素ブロックをクラス分類するために、その画素ブロックに対応するDCTブロックの64個のDCT係数を抽出して、クラスタップとするようになっていく。

【0160】なお、予測タップやクラスタップを構成するDCT係数は、上述したパターンのものに限定されるものではない。

【0161】クラスタップ抽出回路42において得られる、注目画素ブロックのクラスタップは、クラス分類回路43に供給されるようになっており、クラス分類回路43は、クラスタップ抽出回路42からのクラスタップに基づき、注目画素ブロックをクラス分類し、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを出力する。

【0162】ここで、クラス分類を行う方法としては、例えば、ADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)等を採用することができる。

【0163】ADRCを用いる方法では、クラスタップを構成するDCT係数が、ADRC処理され、その結果得られるADRCコードにしたがって、注目画素ブロックのクラスが決定される。

【0164】なお、KビットADRCにおいては、例えば、クラスタップを構成するDCT係数の最大値MAXと最小値MINが検出され、 $DR = MAX - MIN$ を、集合の局所的なダイナミックレンジとし、このダイナミックレンジDRに基づいて、クラスタップを構成するDCT係数がKビットに再量子化される。即ち、クラスタップを構成するDCT係数の中から、最小値MINが減算され、その減算値が $DR/2^k$ で除算(量子化)される。そして、以上のようにして得られる、クラスタップを構成するKビットの各DCT係数を、所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。従って、クラスタップが、例えば、1ビットADRC処理された場合には、そのクラスタップを構

成する各DCT係数は、最小値MINが減算された後に、最大値MAXと最小値MINとの平均値で除算され、これにより、各DCT係数が1ビットとされる(2値化される)。そして、その1ビットのDCT係数を所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。

【0165】なお、クラス分類回路43には、例えば、クラスタップを構成するDCT係数のレベル分布のパターンを、そのままクラスコードとして出力させることも可能であるが、この場合、クラスタップが、N個のDCT係数で構成され、各DCT係数に、Kビットが割り当てられているとすると、クラス分類回路43が出力するクラスコードの場合の数は、 $(2^N)^K$ 通りとなり、DCT係数のビット数Kに指数的に比例した膨大な数となる。

【0166】従って、クラス分類回路43においては、クラスタップの情報量を、上述のADRC処理や、あるいはベクトル量子化等によって圧縮してから、クラス分類を行うのが好ましい。

【0167】ところで、本実施の形態では、クラスタップは、上述したように、64個のDCT係数で構成される。従って、例えば、仮に、クラスタップを1ビットADRC処理することにより、クラス分類を行うこととしても、クラスコードの場合の数は、 2^{64} 通りという大きな値となる。

【0168】そこで、本実施の形態では、クラス分類回路43において、クラスタップを構成するDCT係数から、重要性の高い特徴量を抽出し、その特徴量に基づいてクラス分類を行うことで、クラス数を低減するようになっている。

【0169】即ち、図19は、図18のクラス分類回路43の構成例を示している。

【0170】クラスタップは、電力演算回路51に供給されるようになっており、電力演算回路51は、クラスタップを構成するDCT係数を、幾つかの空間周波数帯域のものに分け、各周波数帯域の電力を演算する。

【0171】即ち、電力演算回路51は、クラスタップを構成する8×8個のDCT係数を、例えば、図20に示すような4つの空間周波数帯域S0、S1、S2、S3に分割する。

【0172】さらに、電力演算回路51は、空間周波数帯域S0、S1、S2、S3それぞれについて、DCT係数のAC成分の電力(AC成分の2乗和)P0、P1、P2、P3を演算し、クラスコード生成回路52に出力する。

【0173】クラスコード生成回路52は、電力演算回路51からの電力P0、P1、P2、P3を、閾値テーブル記憶部53に記憶された、対応する閾値TH0、TH1、TH2、TH3とそれぞれ比較し、それぞれの大小関係に基づいて、クラスコードを出力する。即ち、クラスコード生成回路52は、電力P0と閾値TH0とを比

較し、その大小関係を表す1ビットのコードを得る。同様に、クラスコード生成回路52は、電力P1と閾値TH1、電力P2と閾値TH2、電力P3と閾値TH3を、それぞれ比較することにより、それぞれについて、1ビットのコードを得る。そして、クラスコード生成回路52は、以上のようにして得られる4つの1ビットのコードを、例えば、所定の順番で並べることにより得られる4ビットのコード(従って、0乃至15のうちのいずれかの値)を、注目画素ブロックのクラスを表すクラスコードとして出力する。従って、本実施の形態では、注目画素ブロックは、 $2^4 (= 16)$ 個のクラスのうちのいずれかにクラス分類されることになる。

【0174】閾値テーブル記憶部53は、空間周波数帯域S0乃至S3の電力P0乃至P3とそれぞれ比較する閾値TH0乃至TH3を記憶している。

【0175】なお、上述の場合には、クラス分類処理に、DCT係数のDC成分が用いられないが、このDC成分をも用いてクラス分類処理を行うことも可能である。

【0176】図18に戻り、以上のようなクラス分類回路43が出力するクラスコードは、係数テーブル記憶部44に、アドレスとして与えられる。

【0177】係数テーブル記憶部44は、上述したような教師データと生徒データとを用いた学習処理が行われることにより得られるタップ係数が登録された係数テーブルを記憶しており、クラス分類回路43が出力するクラスコードに対応するアドレスに記憶されているタップ係数を積和演算回路45に出力する。

【0178】ここで、本実施の形態では、画素ブロックがクラス分類されるから、注目画素ブロックについて、1つのクラスコードが得られる。一方、画素ブロックは、本実施の形態では、8×8画素の64画素で構成されるから、注目画素ブロックについて、それを構成する64画素それぞれを復号するための64セットのタップ係数が必要である。従って、係数テーブル記憶部44には、1つのクラスコードに対応するアドレスに対して、64セットのタップ係数が記憶されている。

【0179】積和演算回路45は、予測タップ抽出回路41が出力する予測タップと、係数テーブル記憶部44が出力するタップ係数とを取得し、その予測タップとタップ係数とを用いて、式(5)に示した線形予測演算(積和演算)を行い、その結果得られる注目画素ブロックの8×8画素の画素値を、対応するDCTブロックの復号結果(逆DCT結果)として、出力画像作成部33(図1)に出力する。

【0180】ここで、予測タップ抽出回路41においては、上述したように、注目画素ブロックの各画素が、順次、注目画素とされるが、積和演算回路45は、注目画素ブロックの、注目画素となっている画素の位置に対応した動作モード(以下、適宜、画素位置モードという)

となって、処理を行う。

【0181】即ち、例えば、注目画素ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、 i 番目の画素を、 p_i と表し、画素 p_i が、注目画素となっている場合、積和演算回路45は、画素位置モード # i の処理を行う。

【0182】具体的には、上述したように、係数テーブル記憶部44は、注目画素ブロックを構成する64画素それぞれを復号するための64セットのタップ係数を出力するが、そのうちの画素 p_i を復号するためのタップ係数のセットを W_i と表すと、積和演算回路45は、動作モードが、画素位置モード # i のときには、予測タップと、64セットのタップ係数のうちのセット W_i とを用いて、式(5)の積和演算を行い、その積和演算結果を、画素 p_i の復号結果とする。

【0183】次に、図21のフローチャートを参照して、図18の逆DCT変換部32の処理について説明する。

【0184】補正值加算部31(図1)が出力するブロックごとのDCT係数は、予測タップ抽出回路41およびクラスタップ抽出回路42において順次受信され、予測タップ抽出回路41は、そこに供給されるDCT係数のブロック(DCTブロック)に対応する画素ブロックを、順次、注目画素ブロックとする。

【0185】そして、クラスタップ抽出回路42は、ステップS21において、そこで受信したDCT係数の中から、注目画素ブロックをクラス分類するのに用いるものを抽出して、クラスタップを構成し、クラス分類回路43に供給する。

【0186】クラス分類回路43は、ステップS22において、クラスタップ抽出回路42からのクラスタップを用いて、注目画素ブロックをクラス分類し、その結果得られるクラスコードを、係数テーブル記憶部44に出力する。

【0187】即ち、ステップS22では、クラス分類回路43(図19)の電力演算回路51が、クラスタップを構成する8×8個のDCT係数を、図20に示した4×2の空間周波数帯域S0乃至S3に分割し、それぞれの電力P0乃至P3を演算する。この電力P0乃至P3は、電力演算回路51からクラスコード生成回路52に出力される。

【0188】クラスコード生成回路52は、閾値テーブル記憶部53から閾値TH0乃至TH3を読み出し、電力演算回路51からの電力P0乃至P3それぞれと、閾値TH0乃至TH3それぞれとを比較し、それぞれの大小関係に基づいたクラスコードを生成する。

【0189】以上のようにして得られるクラスコードは、クラス分類回路43から係数テーブル記憶部44に対して、アドレスとして与えられる。

【0190】係数テーブル記憶部44は、クラス分類回路43からのアドレスとしてのクラスコードを受信する

と、ステップS23において、そのアドレスに記憶されている64セットのタップ係数を読み出し、積和演算回路45に出力する。

【0191】そして、ステップS24に進み、予測タップ抽出回路41は、注目画素ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、注目画素とされていない画素を、注目画素として、その注目画素の画素値を予測するのに用いるDCT係数を抽出し、予測タップとして構成する。この予測タップは、予測タップ抽出回路41から積和演算回路45に供給される。

【0192】ここで、本実施の形態では、各画素ブロックごとに、その画素ブロックのすべての画素について、同一の予測タップが構成されるので、実際には、ステップS24の処理は、注目画素ブロックについて、最初に注目画素とされる画素に対してだけ行えば、残りの63画素に対しては、行う必要がない。

【0193】積和演算回路45は、ステップS25において、ステップS23で係数テーブル記憶部44が出力する64セットのタップ係数のうち、注目画素に対する画素位置モードに対応するタップ係数のセットを取得し、そのタップ係数のセットと、ステップS24で予測タップ抽出回路41から供給される予測タップとを用いて、式(5)に示した積和演算を行い、注目画素の画素値の復号値を得る。

【0194】そして、ステップS26に進み、予測タップ抽出回路41は、注目画素ブロックのすべての画素を、注目画素として処理を行ったかどうかを判定する。ステップS26において、注目画素ブロックのすべての画素を、注目画素として、まだ処理を行っていないと判定された場合、ステップS24に戻り、予測タップ抽出回路41は、注目画素ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、注目画素とされていない画素を、新たに注目画素として、以下、同様の処理を繰り返す。

【0195】また、ステップS26において、注目画素ブロックのすべての画素を、注目画素として処理を行ったと判定された場合、即ち、注目画素ブロックのすべての画素の復号値が得られた場合、積和演算回路45は、その復号値で構成される画素ブロック(復号ブロック)を、出力画像作成部33(図1)に出力し、処理を終了する。

【0196】なお、係数テーブル記憶部44には、ある画像を教師データとするとともに、その画像をMPEGエンコードしたものを図1の画像処理装置の入力とした場合の補正值加算部31の出力を生徒データとして、学習処理を行うことにより得られるタップ係数を記憶しておく必要がある。

【0197】また、上述の場合には、DCTブロックのDCT係数のみを用いてクラス分類を行うようにしたが、クラス分類は、DCT係数の他、例えば、そのDCTブロックのアクティビティや、量子化スケール、I、

P、Bピクチャの別等をも用いて行うことが可能である。この場合、学習処理においても、DCT係数、アクティビティ、量子化スケール、I、P、Bピクチャの別等を用いてクラス分類を行う必要があるから、タップ係数が、DCT係数、アクティビティ、量子化スケール、I、P、Bピクチャの別等に応じて求められることとなる。従って、そのようなタップ係数を用いて、DCT係数を画素値に変換する場合には、その画素値で構成される画像の高画質化を図ることが可能となる。

【0198】さらに、クラス分類適応処理は、DCT係数を画素値に変換する場合の他、その逆に、画素値をDCT係数に変換する場合にも利用することができる。即ち、例えば、図1のDCT変換部24でも、クラス分類適応処理を利用して、補正值算出部23の出力をDCT係数に変換することが可能である。但し、この場合には、補正值算出部23の出力を生徒データとするとともに、その出力をDCT処理して得られるDCT係数を教師データとして学習処理を行い、タップ係数を求めておく必要がある。

【0199】次に、図22は、本発明を適用した画像処理装置の他の実施の形態の構成例を示している。なお、図中、図1における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図22の画像処理装置は、第1に、演算器4が新たに設けられ、第2に、入力画像分析部1にDCT変換部14が新たに設けられ、第3に、歪補正值算出部2のブロック境界段差検出部21またはアクティビティ算出部22に替えて、ブロック境界段差検出部26またはアクティビティ算出部27がそれぞれ設けられている他は、図1における場合と同様に構成されている。

【0200】図1の画像処理装置では、ブロックの境界部分の差分情報、およびブロックのアクティビティを、いずれも、MPEGデコード部11が出力する画素値から求めるようになっていたが、図22の画像処理装置では、差分情報およびアクティビティを、DCT係数から求めるようになっている。即ち、図22の画像処理装置では、DCT変換部14は、MPEGデコード部11で得られる画素値のブロックをDCT処理し、DCT係数のブロックとして、演算器4に供給する。

【0202】なお、DCT変換部14においても、上述したクラス分類適応処理を利用して、画素値をDCT係数に変換することが可能である。

【0203】演算器4には、DCT変換部14が出力するDCT係数のブロックの他、DCT係数抽出/逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックも供給されるようになっており、演算器4は、それらの2つのDCT係数のブロックを、必要に応じて加算して、ブロック境界段差検出部26、アクティビティ算出部27、および補正值加算部31に供給する。

【0204】即ち、Iピクチャについては、DCT係数抽出/逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックは、元の画像の画素値のブロックをDCT処理したものであり、そのDCT係数を逆DCT処理することにより、元の画像の画素値を得ることができるから、演算器4は、DCT係数抽出/逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックを、そのまま、ブロック境界段差検出部26、アクティビティ算出部27、および補正值加算部31に供給する。

【0205】一方、PおよびBピクチャについては、DCT係数抽出/逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックは、元の画像の画素値のブロックと予測画像との差分(予測残差)をDCT処理したものであり、従って、そのDCT係数を逆DCT処理したのでは、元の画像の画素値を得ることができない。即ち、PおよびBピクチャについては、DCT係数抽出/逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックと、予測画像をDCT処理して得られるDCT係数とを加算して得られるDCT係数を逆DCT処理することにより、元の画像の画素値を得ることができる。そこで、この場合、DCT変換部14は、MPEGデコード部11で得られる予測画像をDCT処理し、その結果得られるDCT係数を、演算器4に供給する。そして、演算器4は、DCT係数抽出/逆量子化部12が出力するDCT係数のブロックと、DCT変換部14が出力するDCT係数とを加算し、その結果得られるDCT係数のブロックを、ブロック境界段差検出部26、アクティビティ算出部27、および補正值加算部31に供給する。

【0206】従って、演算器4が出力するDCT係数のブロックは、そのピクチャタイプによらず(I、P、Bピクチャのいずれであっても)、逆DCT処理することにより、元の画像の画素値のブロックが得られるものとなっている。

【0207】ここで、以上から、図22では、MPEGデコード部11は、MPEGデコード処理全体を行うものである必要はない。即ち、図22のMPEGデコード部11は、画像メモリ34に記憶された参照画像を用いて動き補償を行うことにより、予測画像を生成することができるものであれば良い。

【0208】ブロック境界段差検出部26は、演算器4が出力するDCT係数のブロックについて、図1のブロック境界段差検出部21における場合と同様に、差分情報を求める。従って、ブロック境界段差検出部26で求められる差分情報は、画素値の差分ではなく、DCT係数の差分となっている。

【0209】アクティビティ算出部27は、演算器4が出力するDCT係数のブロックから、そのブロックのアクティビティを算出する。即ち、ブロックのアクティビティは、そのブロックのDCT係数のうちのAC成分の2乗和との間に高い相関を有する。そこで、アクティビ

ディ算出部27は、演算器4が出力するDCT係数のブロックのAC成分の2乗和を求め、そのブロックのアクティビティとして、補正值算出部23および高域低減部25に出力する。

【0210】以下、図22の画像処理装置では、図1における場合と同様にして、ブロック歪み等を低減した画像が復号される。

【0211】但し、演算器4が補正值加算部3-1に出力するDCT係数のブロックは、上述したように、そのピクチャタイプによらず、逆DCT処理することにより、元の画像の画素値のブロックが得られるものとなっているため、Iピクチャのみならず、PピクチャやBピクチャであっても、出力画像作成部33において、予測画像を加算する必要はない。

【0212】次に、図23は、本発明を適用した伝送システムの一実施の形態の構成例を示している。

【0213】この伝送システムは、送信装置61および受信装置62から構成され、送信装置61から、MPEGエンコードされた画像データが、例えば、公衆網や、インターネット、CATV網、衛星回線等のネットワーク63を介して、受信装置62に伝送されるようになっている。

【0214】送信装置61には、画像データが入力されるようになっており、この画像データは、MPEGエンコード部71に供給される。MPEGエンコード部71は、そこに供給される画像データをMPEGエンコードし、その結果得られる符号化データを、入力画像分析部72と、MUX（マルチプレクサ）74に供給する。

【0215】入力画像分析部72は、MPEGエンコード部71からの符号化データに対して、例えば、図1の入力画像分析部1と同様の処理を施し、その処理結果を、歪補正值算出部73に供給する。歪補正值算出部73は、入力画像分析部72の出力を用いて、例えば、図1の歪補正值算出部2と同様の処理を行い、図1の画像再構成部3に出力されるのと同様の補正值を得て、MUX74に供給する。

【0216】MUX74は、MPEGエンコード部71からの符号化データと、歪補正值算出部73からの補正值とを多重化し、その結果得られる多重化データを、通信I/F（Interface）75に供給する。通信I/F75は、MUX74からの多重化データを、ネットワーク63を介して、受信装置62に伝送する。

【0217】受信装置62では、通信I/F81が、上述のようにして、ネットワーク63を介して、送信装置61から伝送されてくる多重化データを受信し、DMUX（デマルチプレクサ）82に供給する。DMUX82は、通信I/F81からの多重化データを、符号化データと補正值とに分離し、符号化データを入力画像分析部83に、補正值を画像再構成部84に、それぞれ供給する。

【0218】入力画像分析部83は、DMUX82からの符号化データに対して、例えば、図1の入力画像分析部1と同様の処理を施し、その処理結果を、画像再構成部84に供給する。

【0219】画像再構成部84は、操作部85の操作にしたがい、入力画像分析部83の出力を、DMUX82からの補正值によって補正し、あるいは補正せずに処理し、復号画像を得て出力する。

【0220】即ち、ユーザが、操作部85を、高画質の画像を要求するように操作しなかった場合には、画像再構成部84は、入力画像分析部83の出力を、DMUX82からの補正值によって補正せずに処理し、復号画像を得て出力する。従って、この場合、ユーザには、画像のアクティビティ、あるいは送信装置61のMPEGエンコード部71における画像の圧縮率等によっては、ブロック歪み等の目立つ復号画像が提供される。

【0221】一方、ユーザが、操作部85を、高画質の画像を要求するように操作した場合には、画像再構成部84は、入力画像分析部83の出力を、DMUX82からの補正值によって補正して処理し、復号画像を得て出力する。従って、この場合、ユーザには、ブロック歪み等の低減された高画質の復号画像が提供される。

【0222】さらに、この場合、画像再構成部84は、補正值による補正を行った高画質の画像を提供した旨のメッセージ（以下、適宜、高画質画像提供メッセージという）を、通信I/F81に供給する。通信I/F81は、その高画質画像提供メッセージを、受信装置62にあらかじめ付されている受信装置ID（Identification）とともに、ネットワーク63を介して、送信装置61に伝送する。

【0223】送信装置61では、通信I/F75が、受信装置62からの高画質画像提供メッセージおよび受信装置IDを受信し、課金処理部76に供給する。課金処理部76は、受信装置IDと、その受信装置IDに対応するユーザに対する課金情報とを対応付けて管理しており、高画質画像提供メッセージおよび受信装置IDを受信すると、その受信装置IDに対応するユーザに対する課金処理を行い、課金情報を更新する。ユーザに対しては、この課金情報に基づいて、高画質の画像の提供に対する対価としての料金請求が行われる。

【0224】なお、上述の場合には、操作部85の操作に対応して、補正值による補正を行った高画質の画像を提供し、その後、課金処理を行うようにしたが、その他、例えば、ユーザから、あらかじめ料金を徴収しておき、料金を支払ったユーザにのみ、補正值の利用を許可して、その補正值による補正を行った高画質の画像を提供するようにすることも可能である。さらに、補正值による補正を行った高画質の画像の提供は、料金の徴収なしで行うことも可能である。また、補正值は、送信装置61で生成するのではなく、受信装置62で生成するこ

とも可能である。

【0225】次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

【0226】そこで、図24は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

【0227】プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク105やROM103に予め記録しておくことができる。

【0228】あるいはまた、プログラムは、フロッピー（登録商標）ディスク、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、MD (Magnetooptical) ディスク、DVD (Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体111に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体111は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

【0229】なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体111からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、デジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN (Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを、通信部108で受信し、内蔵するハードディスク105にインストールすることができる。

【0230】コンピュータは、CPU (Central Processing Unit) 102を内蔵している。CPU 102には、バス101を介して、入出力インタフェース110が接続されており、CPU 102は、入出力インタフェース110を介して、ユーザによって、キーボードや、マウス、マイク等で構成される入力部109が操作等されることにより入力指令が入力されると、それに従ってROM (Read Only Memory) 103に格納されているプログラムを実行する。あるいはまた、CPU 102は、ハードディスク105に格納されているプログラムを衛星若しくはネットワークから転送され、通信部108で受信されてハードディスク105にインストールされたプログラム、またはドライブ109に装着されたリムーバブル記録媒体111から読み出されてハードディスク105にインストールされたプログラムを、RAM (Random Access Memory) 104にロードして実行する。これにより、CPU 102は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU 102は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース110を介して、LCD (Liquid Crystal Display) やスピーカ等で構成され

る出力部106から出力、あるいは、通信部108から送信、さらには、ハードディスク105に記録等させる。

【0231】ここで、本明細書において、コンピュータに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。

【0232】また、プログラムは、1のコンピュータにより処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

【0233】なお、本実施の形態では、MPEGエンコードされた画像を復号する場合を対象としたが、本発明は、その他、ブロック単位で直交変換することによりエンコードされた画像を復号する場合に適用可能である。

【0234】

【発明の効果】以上の如く、本発明の画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体によれば、ブロックの境界における画素値と、そのブロックに隣接するブロックである隣接ブロックの境界における画素値との差分に対応する差分情報が求められ、その差分情報に基づいて、直交変換係数の補正に用いる補正情報が求められる。従って、その補正情報により補正を行うことにより、ブロック歪み等を、容易に低減し、高画質の復号画像を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した画像処理装置の第1実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1の画像処理装置の処理を説明するフローチャートである。

【図3】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図4】MPEGにおけるフレームDCTモードとフィールドDCTモードのマクロブロックを示す図である。

【図5】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図6】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図7】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図8】ブロック境界段差検出部21の処理を説明するための図である。

【図9】補正值算出部23の処理を説明するための図である。

【図10】補正值算出部23の処理を説明するための図である。

【図11】補正值算出部23の処理を説明するための図

である。

【図12】高域低減部25の処理を説明するための図である。

【図13】高域低減部25の処理による効果を説明するための図である。

【図14】高域低減部25の処理を説明するための図である。

【図15】補正值加算部31の処理を説明するための図である。

【図16】本件発明者によるシミュレーション結果を示すディスプレイ上に表示された中間階調の写真である。

【図17】本件発明者によるシミュレーション結果を示すディスプレイ上に表示された中間階調の写真である。

【図18】逆DCT変換部32の構成例を示すブロック図である。

【図19】クラス分類回路43の構成例を示すブロック図である。

【図20】電力演算回路51の処理を説明するための図である。

【図21】図18の逆DCT変換部32の処理を説明するフローチャートである。

【図22】本発明を適用した画像処理装置の第2実施の形態の構成例を示すブロック図である。

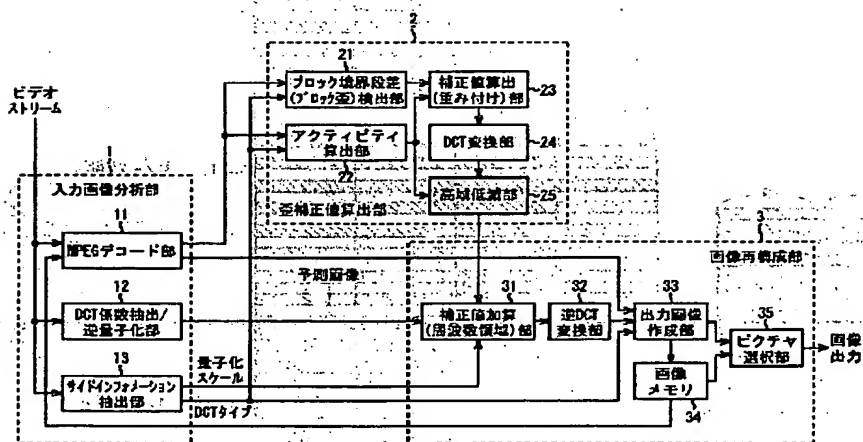
【図23】本発明を適用した伝送システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図24】本発明を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

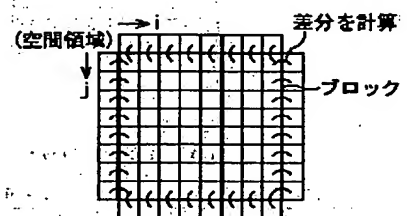
1 入力画像分析部, 2 歪補正值算出部, 3 画像再構成部, 4 演算器, 11 MPEGデコード部, 12 DCT係数抽出/逆量子化部, 13 サイドインフォメーション抽出部, 14 DCT変換部, 21 ブロック境界段差検出部, 22 アクティビティ算出部, 23 補正值算出部, 24 DCT変換部, 25 高域低減部, 26 ブロック境界段差検出部, 27 アクティビティ算出部, 31 補正值加算部, 32 逆DCT変換部, 33 出力画像作成部, 34 画像メモリ, 35 ピクチャ選択部, 41 予測タップ抽出回路, 42 クラスタップ抽出回路, 43 クラス分類回路, 44 係数テーブル記憶部, 45 積和演算回路, 51 電力演算回路, 52 クラスコード生成回路, 53 閾値テーブル記憶部, 61 送信装置, 62 受信装置, 63 ネットワーク, 71 MPEGエンコード部, 72 入力画像分析部, 73 歪補正值算出部, 74 MUX, 75 通信I/F, 76 課金処理部, 81 通信I/F, 82 DMUX, 83 入力画像分析部, 84 画像再構成部, 85 操作部, 101 バス, 102 CPU, 103 ROM, 104 RAM, 105 ハードディスク, 106 出力部, 107 入力部, 108 通信部, 109 ドライブ, 110 入出力インタフェース, 111 リムーバブル記録媒体

【図1】

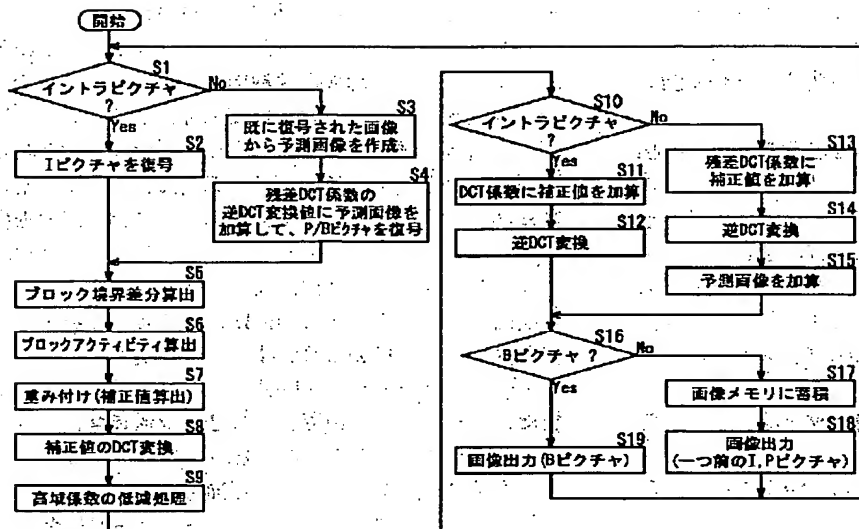


画像処理装置

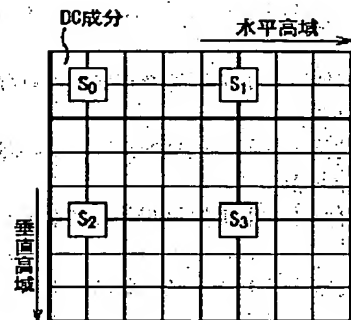
【図3】



【図2】

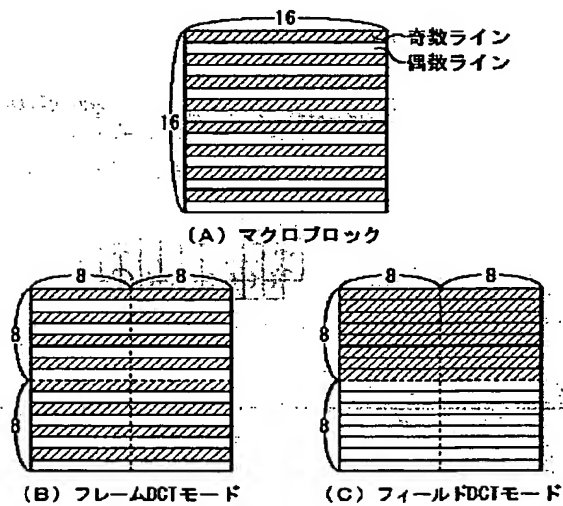


【図20】

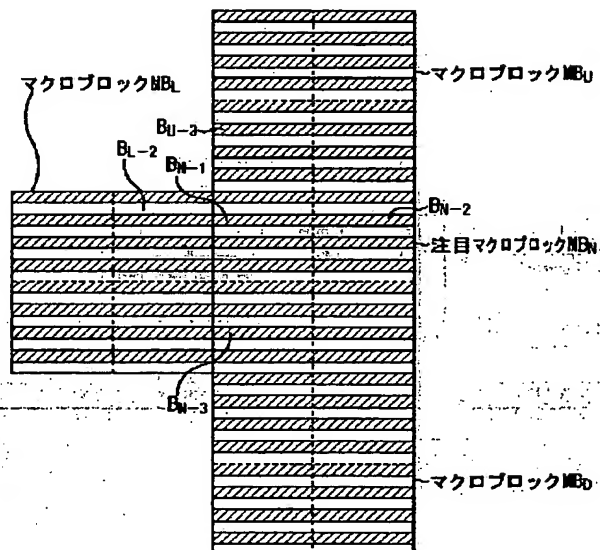


電力演算回路51の処理

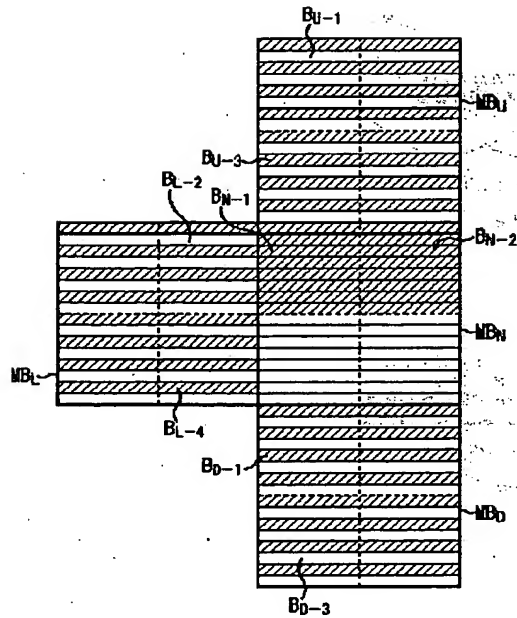
【図4】



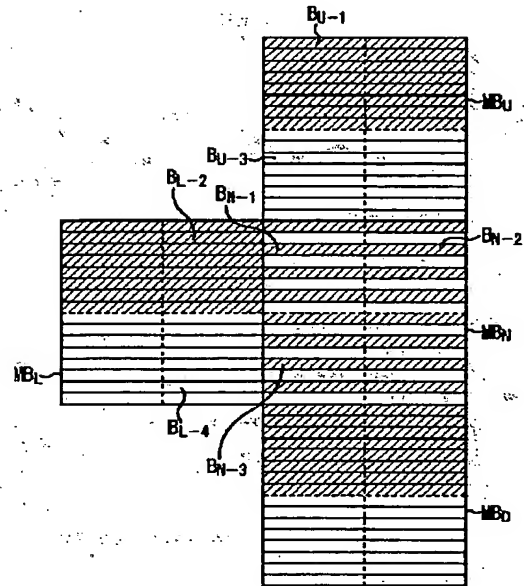
【図5】



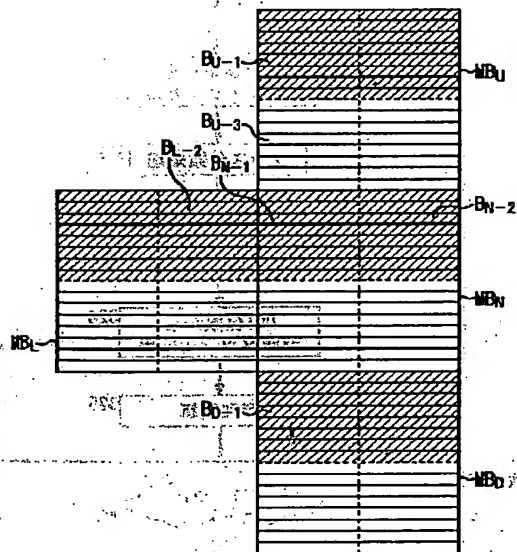
【図6】



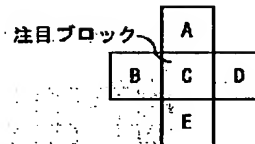
【図7】



【図8】



【図10】



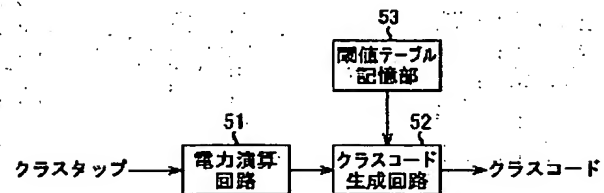
$$C_u = \frac{7}{16} + \frac{C-A}{C+A} \times \frac{1}{2} + \left| \frac{C-A}{C+A} \right| \times \frac{1}{16}$$

$$C_l = \frac{7}{16} + \frac{C-B}{C+B} \times \frac{1}{2} + \left| \frac{C-B}{C+B} \right| \times \frac{1}{16}$$

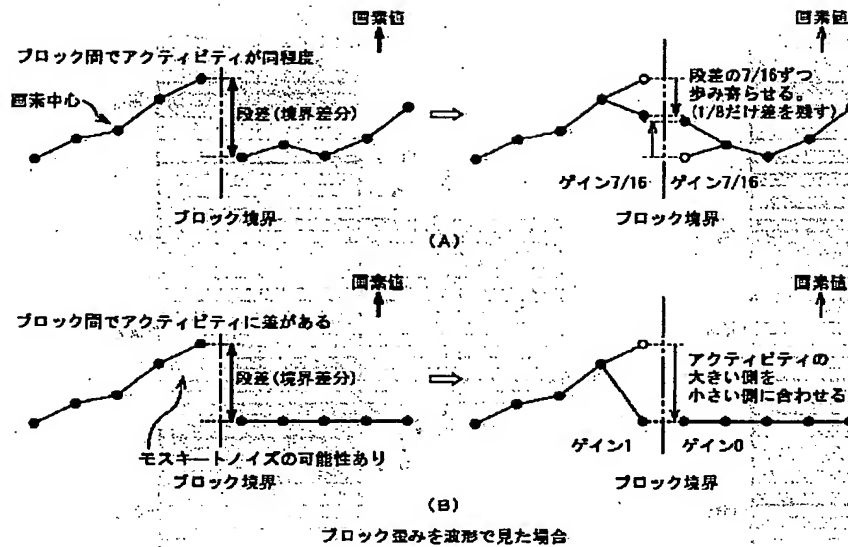
$$C_r = \frac{7}{16} + \frac{C-D}{C+D} \times \frac{1}{2} + \left| \frac{C-D}{C+D} \right| \times \frac{1}{16}$$

$$C_d = \frac{7}{16} + \frac{C-E}{C+E} \times \frac{1}{2} + \left| \frac{C-E}{C+E} \right| \times \frac{1}{16}$$

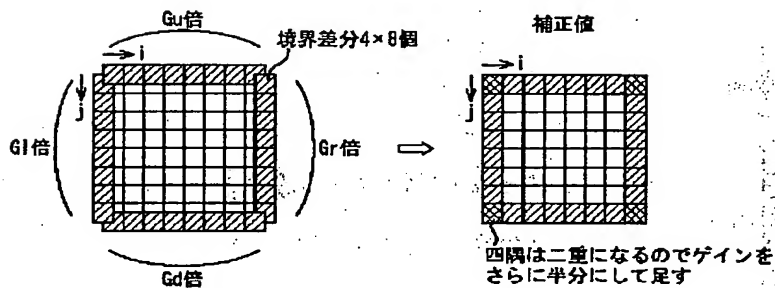
【図19】



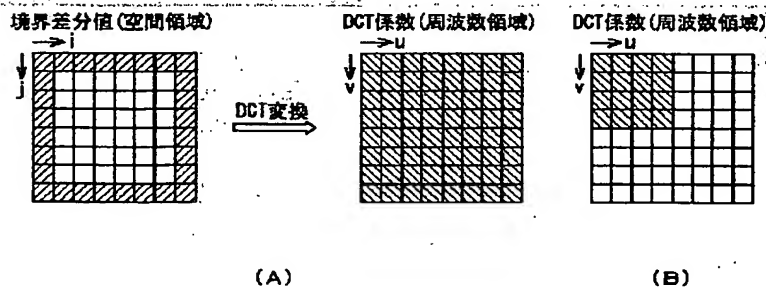
【図9】



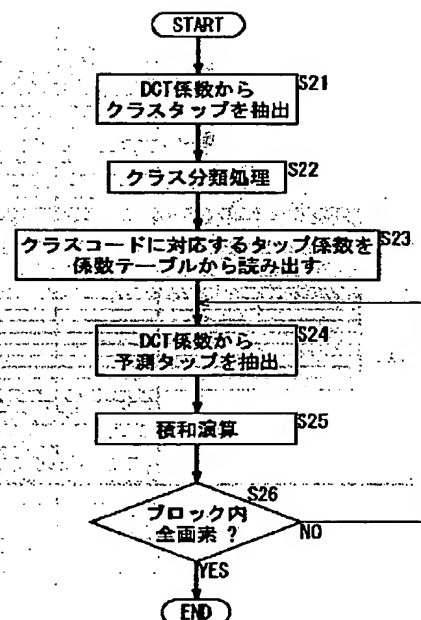
【図11】



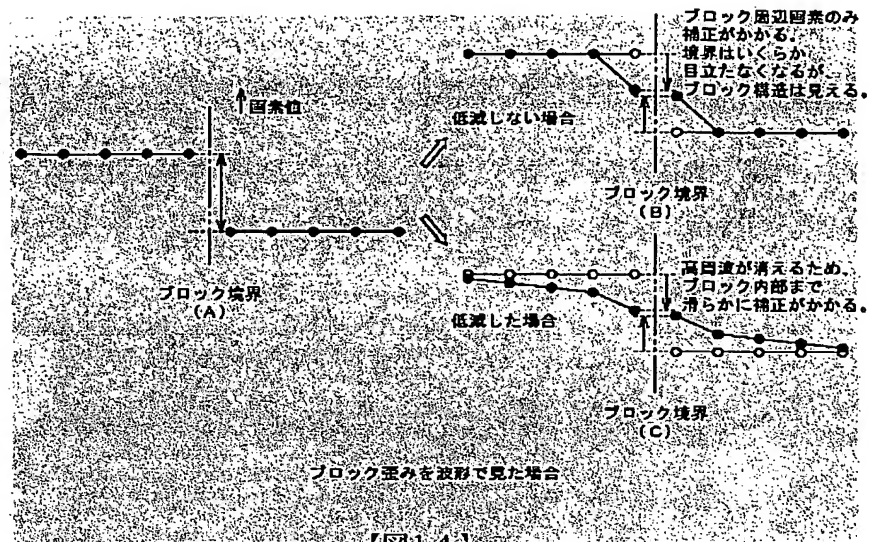
【図12】



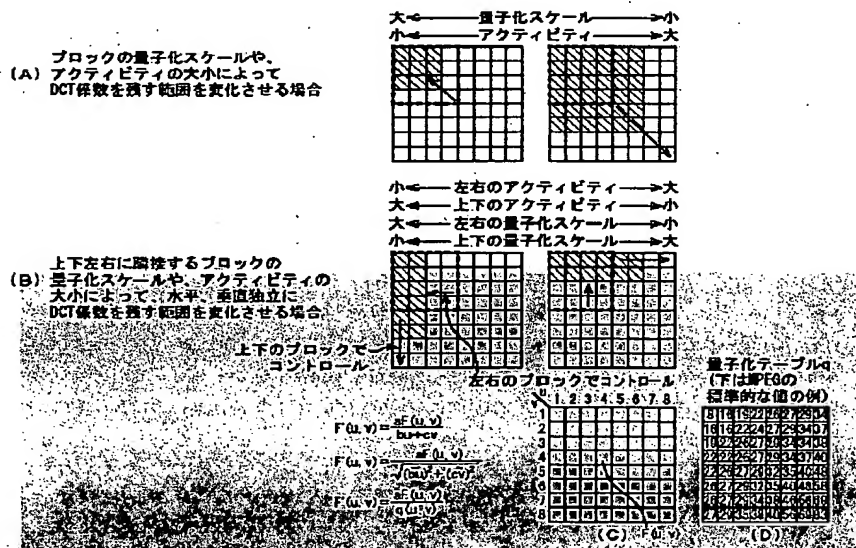
【図21】



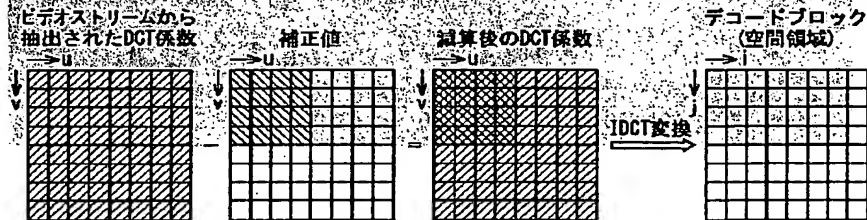
【図13】



【図14】



【図15】



(A)

(B)

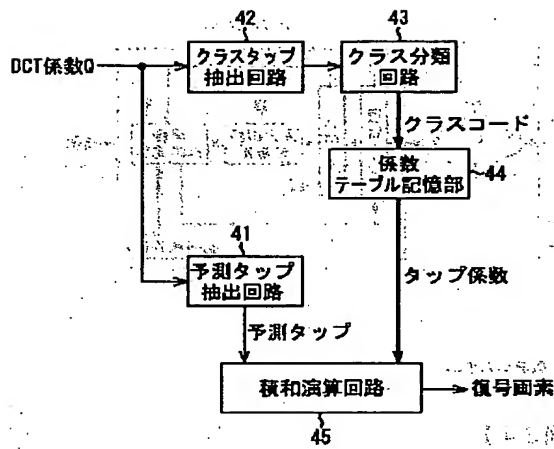
【図16】



【図17】

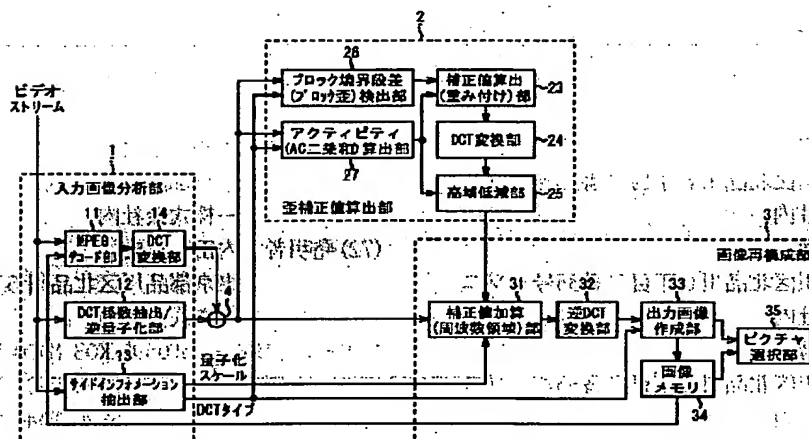


【図18】



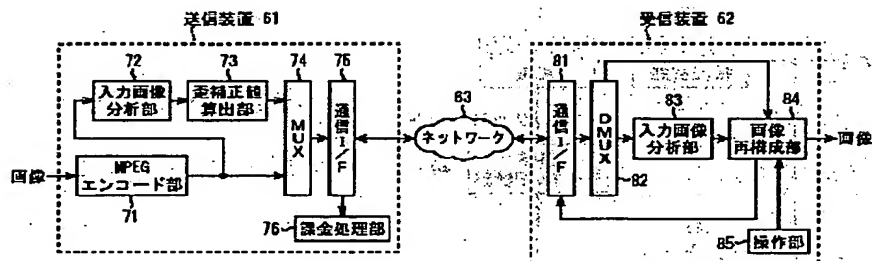
逆DCT変換部 32

【図22】



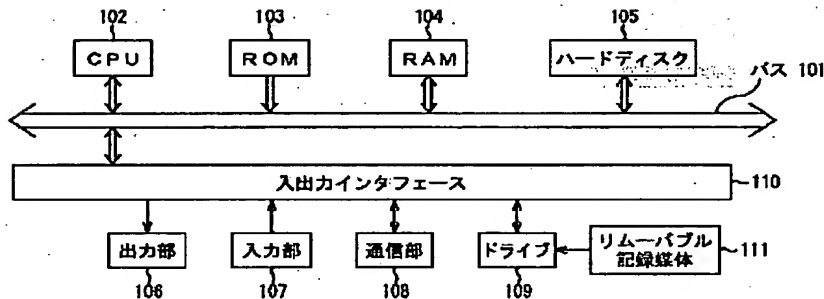
画像処理装置

【図23】



伝送システム

【図24】



コンピュータ

フロントページの続き

(72)発明者 浜松 俊彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 大塚 秀樹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 西片 大晴

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 國弘 威

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 森藤 孝文

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 内田 喜史

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

Fターム(参考) 5C059 KK03 MA00 MA23 MC11 MC14

MC34 NN01 NN28 PP06 PP07

SS20 TA41 TB08 TC04 TC10

TC33 TC34 TC42 TD08 TD13

TD15 UA02 UA05 UA39 UA40

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.